

Byron Isem Chiquin

PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE  
TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES EN BARRIO MOXPIM, SAN  
MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ.



Asesor General Metodológico:  
Ing. Msc. Oscar Reynaldo Zuñiga Cambara

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, junio de 2023

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE  
TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES EN BARRIO MOXPIM, SAN  
MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ.



Presentado al Honorable Tribunal Examinador por:

Byron Isem Chiquín.

En el acto de investidura previo a su graduación como Ingeniero Civil con énfasis en  
Construcciones Rurales

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, junio de 2023

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE  
TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES EN BARRIO MOXPIM, SAN  
MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García.

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, junio de 2023

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciatura en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales.

## **Prólogo**

De acuerdo a los requerimientos del programa del trabajo de graduación de la Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título de Licenciatura en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales se llevó a cabo el presente informe de graduación para solucionar la problemática que existen en el barrio Moxpim, del municipio de San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

Los habitantes del barrio Moxpim de San Miguel Tucurú, conocen las distintas enfermedades que atraviesan sus familias. Las enfermedades ocasionadas por la contaminación del Rio Moxpim. El cual ha sido el motivado a la realización de la presente investigación.

Para identificar la problemática, se realizó un diagnóstico de campo, el cual, con la ayuda de los habitantes de dicho barrio, se definió la necesidad que se aqueja el barrio Moxpim, por la contaminación del rio.

En efecto de dicho diagnostico se define el problema central como contaminación del rio Moxpim, por descargas de agua residual el barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz. Se estipula la solución: Propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz. Y a través establecer la hipótesis: “El alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años por la contaminación del rio Moxpim; es debido a la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales”.

## **Presentación**

De acuerdo al requerimiento del programa de graduación, en el presente documento se detalla la investigación que se realizó en el barrio Moxpim, de San Miguel Tacurú, Alta Verapaz, la cual tiene como enfoque la propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales del barrio en mención.

La magna Constitución Política de Guatemala, enfatiza y prioriza el velar por la salud de la población, por tal razón es de suma importancia el aporte de acciones que generen mejoras en los servicios básicos proporcionados a los habitantes, generando desarrollo respecto al tema de saneamiento, especialmente en el tratado y manejo de las aguas residuales, siendo este un servicio esencial e indispensable para el desarrollo en la sociedad.

Al percibir la necesidad que posee el lugar, y la problemática que afronta debido a la contaminación de río, misma que crea un índice alto de morbilidad, ya que la población no posee una planta de tratamiento, para la descarga de las aguas residuales en dicho río, la cual afecta de manera directa a los niños y personas en general que habitan en el barrio.

El presente trabajo de graduación recopila información importante, la cual fue generado respecto a la investigación realizada, con la finalidad de apoyar a los habitantes del barrio Moxpim, de San Miguel Tacurú, Alta Verapaz, obteniendo como resultado la realización de un estudio técnico que aporte a la reducción de la contaminación del río, y lograr el decremento en el alto índice de morbilidad en el barrio y evitar que los habitantes contraigan alguna enfermedad a causa de la contaminación del río.

## ÍNDICE

No.	Contenido	Pág.
I.	INTRODUCCIÓN .....	1
I.1	Planteamiento del problema.....	2
I.2.	Hipótesis .....	2
I.3.	Objetivos.....	3
I.3.1.	General.....	3
I.3.2.	Específico.....	3
I.4.	Justificación .....	4
I.5.	Metodología.....	4
I.5.1.	Métodos.....	4
I.5.1.1.	Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis.....	4
I.5.1.2.	Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis.....	5
I.5.2	Técnicas .....	6
I.5.2.1	Técnicas que se utilizaron para la formulación de la hipótesis.....	6
I.5.2.2	Técnicas que se utilizaron para la comprobación de la hipótesis.....	7
II.	MARCO TEÓRICO.....	9
II.1.	Morbilidad por contaminación de ríos. ....	9
II.1.1.	Agua.....	9
II.2.	Contaminación de río. ....	15
II.2.1.	Agua río .....	15
II.2.2.	Fuentes de contaminación.....	16
II.2.3.	Efectos de la contaminación del agua en la salud.....	20
II.2.4.	Enfermedades ocasionadas por la contaminación del agua se encuentran .....	20
II.2.5.	Morbilidad por contaminación de agua. ....	22
II.3.	Aguas residuales.....	23
II.3.1.	Orígenes de las aguas residuales .....	23
II.3.2.	Parámetros de calidad del agua residual.....	24

II.3.3 Principales inconvenientes de las aguas residuales .....	24
II.4. Descargas de aguas residuales.....	28
II.4.1. Campo de aplicación .....	28
II.5. Importancia del tratamiento de aguas residuales.....	30
II.5.1. La depuración de las aguas residuales urbanas .....	32
II.6. Situación actual del tratamiento de aguas residuales en Guatemala. ....	33
II.7. Tipos de sistema de tratamiento de aguas residuales. ....	35
II.7.1. Métodos biológicos para el tratamiento de aguas residuales.....	35
II.7.2. Los humedales artificiales .....	38
II.7.2.1. Clasificación de los humedales artificiales.....	39
II.7.2.2. Limitaciones asociadas con la digestión anaerobia .....	41
II.7.2.3. Tratamiento.....	42
II.8. Planificación y diseño de sistema de tratamientos de aguas residuales. ....	43
II.8.1. Funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales ....	43
II.8.1.1. Tratamiento primario .....	43
II.8.1.2. Tratamiento secundario .....	45
II.8.1.3. Tratamiento terciario .....	46
II.8.1.4. Los tipos de espesamiento más utilizados. ....	49
II.8.2. Tuberías de drenaje.....	50
II.8.3. Bocas de visita .....	50
II.8.4. Estaciones de bombeo.....	50
II.9. Construcción de sistema de tratamiento para aguas residuales. ....	55
II.9.1. Según sistema constructivo .....	55
II.9.2. Según proceso.....	57
II.9.3. Según forma de funcionar.....	57
II.10. Mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales.....	58
II.10.1. Recolección y evacuación de aguas residuales.....	58
II.10.2. Mantenimiento de los humedales artificiales .....	62
II.10.3. Actividades de operación y mantenimiento rutinarios .....	63



II.10.4. Herramientas de trabajo.....	64
III.    COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	65
III.1. Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente (Y) o el efecto. ....	66
III.2. Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente (X) o la causa. ....	71
IV.    CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
IV.1. Conclusiones .....	77
IV.2. Recomendaciones .....	78
BIBLIOGRFIA	
ANEXOS	

## ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Contenido	Pág.
1.	Composición del agua.....	9
2.	Ciclo del agua.....	11
3.	Principales contaminantes del agua. ....	19
4.	Sistema anaeróbico 1era., 2da. y 3ra. generación. ....	38
5.	Humedal artificial superficial.....	40
6.	Humedal superficial de flujo horizontal.....	40
7.	Tratamiento primario. ....	44
8.	Tratamiento secundario.....	46
9.	Tratamiento terciario.....	47
10.	Funcionamiento planta de tratamiento. ....	48
11.	Desbaste-tamizado-desengrasado-filtros de turba.....	52
12.	Desbaste-lagunaje anaerobio-filtros de turba.....	53
13.	Desbaste-tanque Imhoff (fosa séptica)-filtros de turba. ....	53
14.	Área de cribas.....	54
15.	Tanque de sedimentación primaria. ....	54
16.	Mallas para tratamiento terciario. ....	55

## ÍNDICE DE CUADROS

No.	Contenido	Pág.
1.	Mantenimiento a tuberías de distribución. ....	59
2.	Mantenimiento a rejas y rejillas manuales. ....	59
3.	Sistemas de desarenación. ....	60
4.	Mantenimiento de lagunas de estabilización. ....	60
5.	Mantenimiento de las lagunas de secado de lodos. ....	61
6.	Habitantes que han tenido síntomas de enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim. ....	66
7.	Habitantes que utilizan el río como medio de abastecimiento de agua. ....	67
8.	Habitantes que conocen de casos de enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim ....	68
9.	Habitantes que consideran que la propagación de enfermedades en el barrio se da por la utilización de agua del río Moxpim. ....	69
10.	Habitantes que han recibido orientación sobre como disminuir las enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim. ....	70
11.	Técnicos que afirman contar con algún proyecto de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim. ....	71
12.	Técnicos de considera importante crear el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales en barrio Moxpim. ....	72
13.	Técnicos que afirman haber gestionado ante alguna institución el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim. ....	73
14.	Técnicos que afirman encontrarse en proceso alguna medida relacionada a cubrir el servicio de planta de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim. ....	74
15.	Técnicos que creen que se cuenta con algún plan financiero para proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales. ....	75
16.	Técnicos que creen que se ha concientizado a la población sobre la importancia de las plantas de tratamiento de aguas residuales. ....	76

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.	Contenido	Pág.
1.	Habitantes que han tenido síntomas de enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim. ....	66
2.	Habitantes que utilizan el río como medio de abastecimiento de agua.....	67
3.	Habitantes que conocen de casos de enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim .....	68
4.	Habitantes que consideran que la propagación de enfermedades en el barrio, se da por la utilización de agua del río Moxpim. ....	69
5.	Habitantes que han recibido orientación sobre como disminuir las enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim. ....	70
6.	Técnicos que afirman contar con algún proyecto de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim. ....	71
7.	Técnicos de considera importante crear el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales en barrio Moxpim.....	72
8.	Técnicos que afirman haber gestionado ante alguna institución el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim. ....	73
9.	Técnicos que afirman encontrarse en proceso alguna medida relacionada a cubrir el servicio de planta de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim. ....	74
10.	Técnicos que creen que se cuenta con algún plan financiero para proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales.....	75
11.	Técnicos que creen que se ha concientizado a la población sobre la importancia de las plantas de tratamiento de aguas residuales.....	76

## I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala el alto índice de morbilidad en la población se debe al estado del agua, dado el caso que, en áreas de bajo desarrollo económico, los ríos son constantemente contaminados, ya que la población descarga sus aguas residuales, esto debido a la falta de infraestructura adecuada, como lo es una planta de tratamiento.

Por tal razón se realiza el presente trabajo de graduación, el cual se realiza con la propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, el cual tiene como enfoque reducir el alto índice de morbilidad, a través del tratamiento de las aguas residuales que contaminan el río Moxpim y afecta de forma directa a la población más vulnerable los niños.

A través del trabajo de investigación se logra tener una perspectiva clara sobre el uso del agua, este por ser el elemento fundamental para la población, es de igual manera una de las principales y más común de las formas de contaminación que existen en las áreas urbanas, este desechado a través del alcantarillado, necesita una solución, ya que se perjudica a la salud de los habitantes, por tal motivo es importante la implementación de métodos contractivos y la utilización de nuevas tecnologías de la rama de la ingeniería civil, para mejorar la calidad de vida de las personas.

La información se ha estructurado en cuatro capítulos teniendo en cuenta el esquema de investigación sugerido por la universidad.

En el primer capítulo se expone la introducción, la misma que contiene planteamiento del problema, hipótesis, los objetivos de investigación, justificación, metodología, métodos y técnicas. Asimismo, en el segundo capítulo se presenta el marco teórico, en donde se abordan aspectos como: definiciones de morbilidad por contaminación

de ríos, aguas residuales, descargas de aguas residuales, importancia del tratamiento de aguas residuales, situación actual del tratamiento de las aguas residuales en Guatemala, tipos de sistemas de tratamiento de aguas residuales, planificación y diseño de sistema de tratamientos de aguas residuales, construcción de sistema de tratamiento para aguas residuales, mantenimiento de plantas de tratamientos, actividades de operación y mantenimiento.

Los capítulos III y IV contienen respectivamente: comprobación de la hipótesis, conclusiones y recomendaciones.

### **I.1 Planteamiento del problema**

El principal problema que afecta a los habitantes del barrio Moxpim de San Miguel Tacurú, Alta Verapaz, es la contaminación del río Moxpim, la cual es causada por las distintas descargas de las aguas residuales de los habitantes, esta a su vez provoca enfermedades especialmente en los niños del barrio, el cual incrementa un alto índice de morbilidad.

Los habitantes del barrio Moxpim, carecen de una planta de tratamiento, la cual mejoraría la calidad de vida de los vecinos y beneficiaría al desarrollo del municipio, así como la reducción de enfermedades que en la actualidad perjudica el desarrollo integral de la población.

### **I.2. Hipótesis**

“El alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años por la contaminación del río Moxpim; es debido a la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales”.

Es la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales por la contaminación del río Moxpim, la causante del alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años.

### **I.3. Objetivos**

A continuación, se estipulan, los objetivos a alcanzar, definiendo las estrategias que permitirán la unificación de los esfuerzos en una misma dirección, logrando la creación la propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz

#### **I.3.1. General**

Reducir el índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

#### **I.3.2. Específico**

Disminuir la contaminación del río Moxpim, por descargas de aguas residuales del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

### **I.4. Justificación**

Debido a la falta de una propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, el alto, índice de morbilidad en el barrio va en crecimiento, ya que la contaminación del río Moxpim; provoca enfermedades en sus habitantes.

Lo expuesto revela que la problemática del tratamiento de aguas residuales es un tema que es extendido en Guatemala, cuyos efectos comprenden a la contaminación del agua y la salud pública, dado que la mayoría de la población se encuentra en zonas urbanas y las aguas residuales no tiene tratamiento alguno.

La contaminación del agua es un tema de preocupación ya que las entidades en el municipio de San Miguel Tacurú, Alta Verapaz, no promueven las investigaciones de dicha carencia, y no tienen conocimiento de sus efectos en la salud pública de la población, dado que se ha registrado distintos casos de enfermedades relacionados con la mala calidad del agua.

Como solución a la problemática se plantea en el presente trabajo la propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, con la finalidad de disminuir la contaminación del río Moxpim y reducir el índice de morbilidad en la población.

## **I.5. Metodología**

A través del método deductivo se logró la formulación de la hipótesis, una vez definida la hipótesis se utilizó el método inductivo para su comprobación, el efecto de la problemática se comprobó a través de encuestas realizadas a las familias que integran el sector del barrio Moxpim, el problema central se comprobó por medio de entrevistas realizadas a los habitantes, así como la información obtenida en el puesto de salud.

### **I.5.1. Métodos**

Los métodos de investigación son procedimientos específicos para la recolección y el análisis de datos. Para la formulación de la hipótesis se apoyó con el método deductivo, analítico y marco lógico. Y para su comprobación se utilizó los métodos inductivo, estadístico, analítico y sintético. La forma en que se presentan los métodos citados se expone de la siguiente manera.



### **I.5.1.1. Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis**

#### **Método deductivo**

El método deductivo se aplicó para la determinación de la hipótesis, inicialmente se identificó la problemática que afecta a los habitantes del Barrio Moxpim, sobre la contaminación del río de dicha área de incidencia, seguidamente se integraron la causa y el efecto que produjo el árbol de problema.

- **Método analítico**

Con la utilización del método analítico se pudo identificar e interpretar los datos obtenidos de la formulación de la hipótesis, por medio del cual se analizaron las causas de la contaminación del río y así poder reducir el alto índice de morbilidad que conllevan a enfermedades ocasionadas por parásitos intestinales en el barrio Moxpim, San Miguel Tacurú, Alta Verapaz.

- **Método marco lógico**

Al tener el panorama más amplio sobre la problemática, se procedió a detallar la logística de los objetivos y resultado para conocer hasta donde se quiere llegar con el estudio conforme la matriz de estructura lógica.

### **I.5.1.2. Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis**

#### **Método inductivo**

Se utilizó el método inductivo para obtener los resultados específicos del problema identificado en el barrio, lo que sirvió para la elaboración de la presentación y análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones.

### **Método estadístico.**

Este método permitió determinar por medio de boletas de encuestas, la comprobación de la hipótesis y así establecer que: “El alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años por la contaminación del río Moxpim; es debido a la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales”.

### **Método analítico**

Con la utilización del método analítico se pudo identificar e interpretar los datos obtenidos de la formulación de la hipótesis, por medio del cual se analizaron las causas de la deposición inadecuada de excretas y así poder reducir enfermedades ocasionadas por parásitos intestinales en el barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

### **Método sintético.**

Con la interpretación de la información se utilizó la síntesis para obtener las conclusiones, recomendaciones y resultados de la investigación realizada en campo.

## **I.5.2 Técnicas**

Las técnicas son conjuntos de procedimientos que se utilizaron para obtener la formulación y comprobación de la hipótesis, para llevar a cabo la formulación consistieron en lluvia de ideas, observación directa, investigación documental y entrevista y para la comprobación se llevo a cabo censo, calculo de la muestra, encuestas, coeficiente de correlación y proyección con y sin proyecto.

### **I.5.2.1 Técnicas que se utilizaron para la formulación de la hipótesis.**

#### **Lluvia de ideas.**

Esta consistió en enumerar todas las ideas que permitieron encontrar el problema más sobresaliente que existen en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

### **Observación directa.**

Esta técnica se realizó directamente con los habitantes del barrio para identificar los problemas que les afectan en relación, al alto índice de morbilidad y la contaminación de las fuentes de agua.

### **Investigación documental**

Esta técnica consistió en la recopilación de información a través de las fichas clínicas que posee el Centro de Salud del área urbana, con respecto a la morbilidad ocasionada por la contaminación del agua.

Así también se obtuvo información técnica sobre el área de servicios públicos, de la municipalidad del San Miguel Tucurú, sobre la cobertura que poseen en redes de drenajes.

### **Entrevistas.**

Esta se realizó a los habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, para tener información más detallada y precisa sobre el problema que se observó.

## **1.5.2.2 Técnicas que se utilizaron para la comprobación de la hipótesis.**

### **Censo.**

Fue utilizado a los 7 técnicos de la Dirección Municipal de Planificación y Oficina de Servicios Públicos de la municipalidad de San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, para la comprobación de la causa principal, ya que la población es menor a 35 personas.

### **Cálculo de la muestra.**

Se utilizó para estipular la población finita cualitativa, los documentos de censo que posee el presidente del Consejo Comunitario de Desarrollo COCODE del San Miguel Tucurú, Alta Verapaz. El estudio de la muestra fue basado en la cantidad de 164

habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, el cual se obtuvo como resultado de muestra de 55 habitantes, para la comprobación del efecto y el problema central, para ello se utilizó el cálculo de muestra que fue del 90% de nivel de confianza y el 10% de error de muestreo.

#### **Encuestas.**

Se formularon tres tipos de encuestas dos de ella dirigidas a los habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, las cuales comprobaron el efecto y el problema central, y a 7 técnicos de la Dirección Municipal de Planificación y Oficina de Servicios Públicos de la municipalidad de San Miguel Tacurú, Alta Verapaz para la comprobación de la causa.

#### **Coefficiente de correlación.**

Se formuló y se realizó el procedimiento estadístico de coeficiente de correlación para conocer si existe o no relación entre la variable dependiente, y la variable independiente.

#### **Proyección con y sin proyecto.**

Al realizar la proyección en línea recta se obtuvo la gráfica comparativa con y sin proyecto que ayuda a conocer el comportamiento de las variables, esto determinó el impacto que tendrá a los habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

## II. MARCO TEÓRICO

### II.1. Morbilidad por contaminación de ríos.

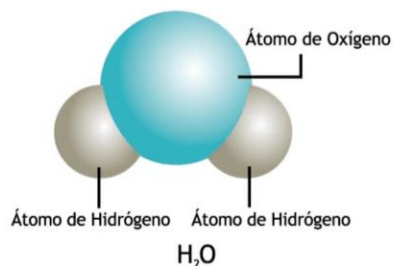
#### II.1.1. Agua

Definida como una sustancia líquida desprovista de las siguientes características no posee olor, sabor y color, existente en pureza natural y cubre en cantidad enorme e importante del 71% de la superficie de la tierra. Además, es una sustancia bastante común en el sistema solar y el universo, aunque en su forma gaseosa o su forma sólida. En nuestro planeta, el agua se encuentra contenida en los mares y océanos con un porcentaje del 96,5%, en los glaciares y casquetes polares con un porcentaje del 1,74%, depósitos acuíferos y permafrost 1,72% y del resto 0,04% repartido entre lagos, humedad de los suelos, vapor atmosférico, embalses, ríos y en el cuerpo mismo de los seres vivientes en la naturaleza. (Hogar, 2009, pág. 1; Hogar, 2009)

#### Composición del agua

Una molécula de agua está compuesta por dos elementos: un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno (H<sub>2</sub>O), enlazados covalentemente. Esto se descubrió en el año 1,782 gracias a Henry Cavendish, pues desde épocas antiguas el agua se pensaba como un elemento. Se llama también solvente universal, pues la mayoría de las sustancias se pueden disolverse en ella a excepción de los hidrófobos, solubles en lípidos.

**Figura 1. Composición del agua**



Fuente: (diversidad, 2010)

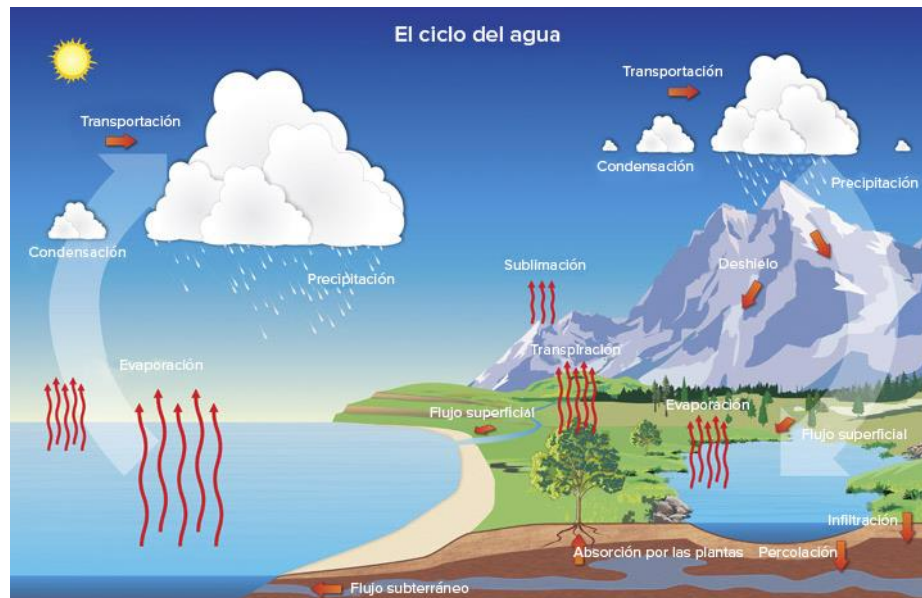
### **Ciclo del agua.**

El vital líquido proviene desde la superficie de la tierra a la atmósfera en forma de vapor de agua, mediante la evaporación el cual se dice que es el proceso en el que el agua pasa de su estado líquido a su estado de vapor a partir del agua superficial, y a través de la transpiración. El movimiento del agua a través de la vegetación y suelo, la cual supone un porcentaje del 62% del agua dulce renovable anualmente a nivel general se le llama transpiración. Por tal razón la presencia de vegetación también conocida como diversidad biológica, la cual afecta a los esquemas de precipitación, y su eliminación en grandes magnitudes modifica significativamente dichos esquemas. En zonas difíciles puede llegar a ser un desierto. (diversidad, 2010, pág. 7)

Durante el proceso el vapor acumulado, que se llama también evapotranspiración, se vuelve y condensa en forma de nubes, y vuelve más tarde a la superficie de la Tierra por la precipitación en este caso puede ser lluvia, nieve, granizo, aguanieve. Y el ciclo del agua se vuelve a repetir. El ciclo del agua o también llamado ciclo hidrológico su función es relativa y rápido en la superficie terrestre, pero es de menor velocidad debajo del suelo. El agua que se dirige a través de la filtración en la superficie de la tierra se le llaman, aguas subterráneas. Este es la fuente principal de abastecimiento de agua potable para muchas poblaciones. Cabe mencionar que la mayor fuente del agua pura líquida potable a nivel mundial son las aguas subterráneas las más utilizadas y la más factible. (diversidad, 2010, pág. 8)

“Aguas superficiales pueden tardar algunos meses o años en recargarse, y, por tanto, rehabilitarse, pero los períodos de reciclado de las aguas subterráneas pueden ser del orden de cientos de años. Como consecuencia de ello, una vez que se han degradado las aguas subterráneas, puede ser extremadamente difícil - en algunos casos imposible que se limpien y restituya” (diversidad, 2010, pág. 8)

**Figura 2. Ciclo del agua**



Fuente: diversidad, 2010.

### **Calidad de agua**

“Comúnmente se considera en relación con el uso o actividad a que le otorgan en términos absolutos, calidad del agua para beber, para riego, para uso industrial, piscícola, recreativo. Desde ese punto de vista, no importa que la falta de calidad se deba a causas naturales impurezas naturales o artificiales contaminantes”. (Ramos, 2008, pág. 8)

“La calidad de una masa de agua natural puede relacionarse también con su cercanía al estado natural composición la pérdida de calidad se identificaría con su alejamiento de las condiciones naturales de contaminación. El agua se considera contaminada si su composición natural está modificada directa o indirectamente por el hombre se presta menos a usos para los que podría servir en su estado natural” (Ramos, 2008, pág. 8)

### **Morbilidad por contaminación del agua.**

El impacto que ha causado la población sobre el medio ambiente en el planeta. Ha sido aún más frecuente en las últimas décadas, dando a conocer la relación estrecha que existen entre los altos índices de contaminación ambiental y los aspectos de salud en la población. Las enfermedades de origen infecciosas representan un enorme riesgo y han sido las causantes de muertes de las niñas y niños, adolescentes y jóvenes adultos. Según datos que han generado la OMS Organización Mundial de la Salud, han considerado según sus estudios las enfermedades diarreicas siendo estas la más frecuentes y las relacionan con el consumo de agua contaminada (Salud O. M., 2004, pág. 2)

“Las aguas de origen residual son la principal causa y fuentes de microorganismos patógenos que se transmiten a través del ambiente y que llegan a la población especialmente a través de la contaminación del agua usada para beber, agua utilizada en cultivos de vegetales o en cultivos de moluscos bivalvos, en la preparación de comida, para lavar, en el baño o en las diversas modalidades de uso recreativo” (Salud O. M., 2004, pág. 2)

“Actualmente el tratamiento que se aplica a las aguas residuales procesadas por métodos biológicos y físico-químicos ha reducido significativamente la incidencia de enfermedades entre la población, especialmente las de etiología bacteriana, sin embargo, los protozoos y los virus son más resistentes que las bacterias a muchos de estos tratamientos. Concentraciones significativas de virus son detectadas en las aguas vertidas al ambiente y en los bio-sólidos generados en plantas de tratamiento de agua residual” (Salud O. M., 2004, pág. 3)

“Un gran número de virus diferentes que infectan al hombre y animales son excretados al medio ambiente a través de las heces y orina puede ser los causantes de distintas enfermedades como meningitis, algunos tipos de parálisis, enfermedades



respiratorias, diarreas y vómitos, miocarditis, anomalías congénitas de corazón, hepatitis, infecciones oculares y, según datos recientes, podrían estar también relacionados con diversos tipos de cáncer. Muchas infecciones virales son asintomáticas y pasan completamente desapercibidas en el huésped, aunque representan una fuente de virus y de nuevas infecciones en la población” “Éste es el caso de la mayoría de las infecciones causadas por enterovirus, existe también un número elevado de diferentes virus que infectan al hombre de forma persistente y asintomáticas, constituyen una parte de lo que se podría definir como la flora microbiana humana estas son excretados en las heces u orina de personas sanas durante meses y los años”. (Salud O. M., 2004, pág. 36)

La falta de agua segura, de saneamiento y de higiene es uno de los principales y más urgentes problemas relacionados con la salud. Prácticamente la décima parte de la carga global de enfermedad podría prevenir con la mejora el abastecimiento de agua, el saneamiento, la higiene y la gestión de los recursos hídricos. Asegurar el acceso a las poblaciones pobres a un agua segura para beber y a un saneamiento adecuado y favorecer la higiene personal, doméstica y comunitaria mejorará la calidad de vida de la población. (Salud O. M., 2004)

“Mejorar la gestión de los recursos hídricos para reducir la carga de enfermedades transmitidas por vectores (como las enfermedades víricas transmitidas por los mosquitos) y asegurar la salubridad de las aguas para uso recreativo y otros usos podría salvar muchas vidas y tiene unos beneficios directos e indirectos muy importantes que van desde la perspectiva micro-económica de las familias a la perspectiva macro-económica de las economías nacionales” (OMS, 2009).

### **Saneamiento.**

Considerar al saneamiento como un derecho humano permite correr el foco de las soluciones técnicas para concentrarse en asegurar que el marco político y legislativo sea el adecuado para brindar acceso al saneamiento a toda la población. Beneficio del derecho al saneamiento a fin de garantizar la responsabilizarían, el derecho exige que los gobiernos definan con claridad los roles y responsabilidades de los organismos gubernamentales a nivel nacional, regional (si corresponde) y local, como también los roles y responsabilidades de los grupos interesados, como es el caso de los proveedores privados y los hogares. (UNESCO, 2008)

El reconocimiento en 2010, por parte de los países miembros de las Naciones Unidas, del acceso al agua y al saneamiento como un derecho humano ha sido una conquista de la humanidad permanente e irreversible. En este reconocimiento, incorpora el compromiso de la mayoría de los Gobiernos del mundo y el esfuerzo de los organismos bilaterales y las agencias de cooperación internacional de priorizar el acceso a servicios básicos de agua y saneamiento que dignifiquen la condición humana, especialmente de los más pobres y desfavorecidos del mundo. (OMS)

La provisión de servicios de saneamiento o disposición sanitaria de excretas en las zonas rurales es un desafío permanente a nivel global. No solo es un tema de interés en las Naciones Unidas, sino que se han adoptado acuerdos y consensos mayoritarios reconocen el acceso a un saneamiento de calidad como derecho humano y se han acordado metas y objetivos globales con el propósito de monitorear sus avances. Para América Latina, el esfuerzo más consistente para lograr una mejora sustantiva en las políticas públicas relativas a las coberturas de saneamiento y disposición adecuada de excretas. (OMS, 2016)

## **II.2. Contaminación de río.**

El agua es un recurso natural escaso, indispensable para la vida humana y el sostenimiento del medio ambiente, que, como consecuencia del rápido desarrollo humano y económico y del uso inadecuado que se ha hecho de ella como medio de eliminación, ha sufrido un deterioro alarmante. Durante décadas, toneladas de sustancias biológicamente activas, sintetizadas para su uso en la agricultura, la industria, la medicina, etc., siendo tiradas al medio ambiente sin repararlas (Alda, 2009)

### **II.2.1. Agua río**

Un río es nada más agua superficial que fluye sobre la tierra de una altitud mayor hacia una altitud menor, debido a la gravedad. Al caer la lluvia sobre la tierra, se filtra adentro de ésta o se convierte en escurrimiento, el cual fluye hacia abajo y se deposita en ríos y lagos, en su tránsito hacia los mares. En la mayoría de los paisajes, la tierra no se encuentra totalmente plana -- tiene declives hacia abajo sigue alguna dirección. El agua sigue y fluye hacia abajo y crea frecuentemente pequeños riachuelos. (Hogar, 2009)

Al fluir los pequeños riachuelos hacia abajo, se unen a arroyos y ríos más grandes. Los ríos eventualmente desembocan en los mares. Si el agua corre hacia un lugar que está rodeado de tierras altas por todos lados, un lago se formará. Si la gente construye una compuerta para parar el flujo del río, el lago que se forma se llama una presa- (Hogar, 2009)

La aparición de elementos "no deseables" y tóxicos, y la variación en las concentraciones de los constituyentes comunes, tiene su origen en el denominado el ciclo hidrológico o del agua (observar la figura No. 1). "En alguna parte de este ciclo,

en el cual confluyen distintos compartimentos ambientales y actividades humanas, es donde se produce la contaminación del agua, o, mejor dicho, la alteración de su calidad” (Alda, 2009)

“De acuerdo con el ciclo de contaminación, las principales vías de entrada de contaminantes en el medio natural o ambiente acuático son las aguas residuales, entre las que se incluyen las urbanas, industriales, y todo lo relacionado a la ganadería y agricultura. Estas dos prevalecen una de la otra dependiendo en gran medida del tipo de contaminación de que se trate y del nivel de depuración o atenuación natural que experimentan” (Alda, 2009)

## **II.2.2. Fuentes de contaminación**

### **Fuentes naturales**

Dependen de los terrenos que atraviesa el agua puede contener componentes de origen natural procedentes del contacto con la atmósfera y el suelo (Ej. Sales minerales, calcio, magnesio, hierro etc.). Aunque pueden ser nocivos para la salud, en general son sustancias que se pueden identificar fácilmente y eliminar (Salud S. P., 2002)

### **Las fuentes artificiales.**

Producidas como consecuencia de las actividades humanas. El desarrollo industrial ha provocado la presencia de ciertos componentes que son peligrosos para el medio ambiente y para organismos con dificultad para su eliminación (Salud S. P., 2002)

### **Principales fuentes de contaminación del agua.**

Hay un gran número de contaminantes del agua que se pueden dividirse en ocho grupos que a continuación se detallan:

### **Microorganismos patógenos.**

Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etcétera. En los países encaminados al desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo en edades menores (Salud S. P., 2002)

Normalmente estos microbios llegan al agua a través de las heces y otros restos orgánicos que producen las infecciones en las personas. Por esto, un buen indicador para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 mililitros de agua. (Salud S. P., 2002)

### **Desechos orgánicos.**

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. En el momento en que este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto, OD, en agua, o la DBO Demanda Biológica de Oxígeno (Salud S. P., 2002)

### **Las sustancias químicas orgánicas.**

En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo en mayor cantidad. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el vital líquido.

### **Nutrientes vegetales inorgánicos:**

Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos que provocan lo que llamamos la eutrofización de las aguas. Al morir las algas y otros tipos de vegetales y al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente.

### **Compuestos orgánicos.**

Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etcétera. acaban mezclándose con el agua y permanecen en ella, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos (Salud S. P., 2002)

### **Materiales suspendidos y sedimentos**

“Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, ríos y puertos” (Salud S. P., 2002)

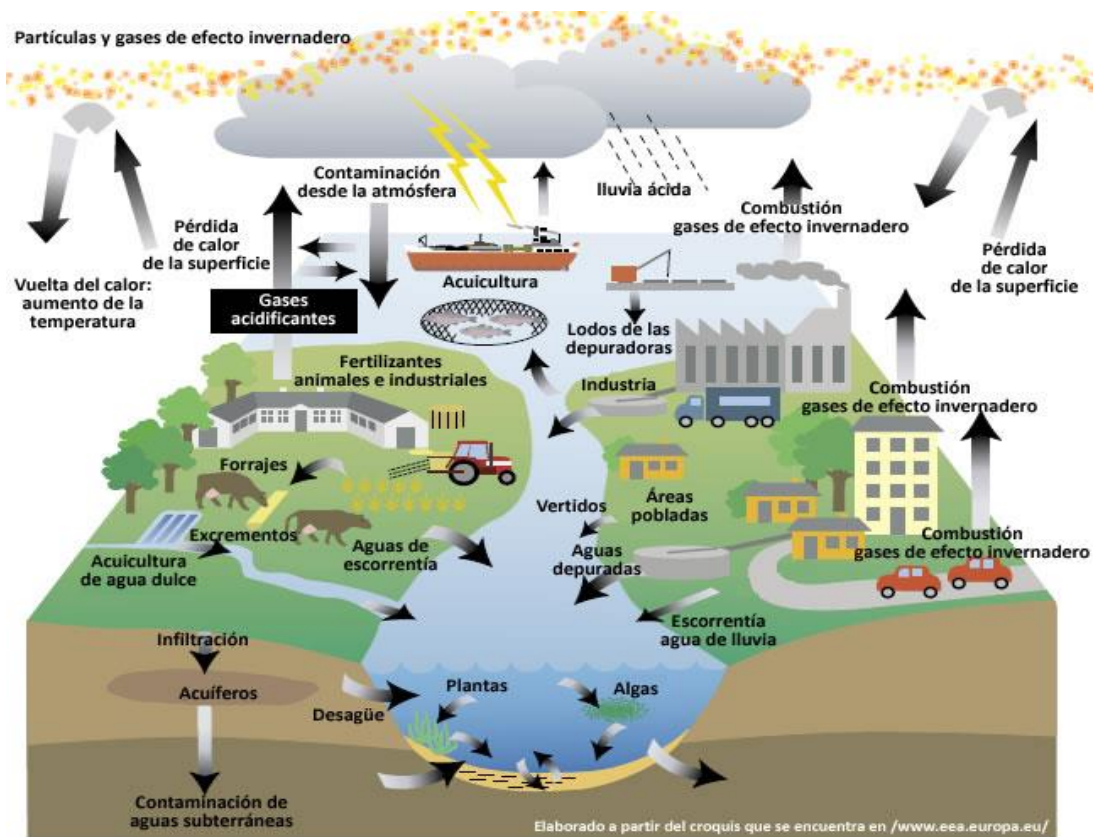
### **Sustancias radiactivas.**

Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden acumular al largo de las cadenas o ciclos tróficas y alcanzan altas concentraciones en algunos tejidos de origen vivos que se encuentran en el agua. (Salud S. P., 2002)

### Contaminación térmica.

El agua con alta temperatura liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afectando a los organismos. (Salud S. P., 2002)

Figura 3. Principales contaminantes del agua.



Fuente: Salud S. P., 2002

### II.2.3. Efectos de la contaminación del agua en la salud

La contaminación del agua representa un gran problema de salud Pública. Los mecanismos de transmisión de las enfermedades pueden ser:

### **Directos.**

“Por ingestión de agua contaminada, procedente de abastecimientos de grandes poblaciones y de pozos con agua contaminada. En otros casos es por contacto cutáneo o mucoso con fines recreativos, contacto ocupacional o incluso terapéuticos, que puede originar infecciones locales en piel dañada o infecciones sistémicas en personas con problemas de inmunodepresión” (Salud S. P., 2002)

### **Indirecto.**

El agua actúa como medio de transporte de infecciones, o bien puede transmitirse a través de alimentos contaminados por el riego de aguas de origen residual. Así mismo, los moluscos acumulan grandes cantidades de poliovirus y pueden ser ingeridos y afectar a los seres humanos. Finalmente, algunos insectos que se reproducen en el agua son transmisores de enfermedades como el paludismo. (Salud S. P., 2002)

La susceptibilidad de las personas a estas infecciones depende de una serie de factores y estados como lo son: La edad, su higiene personal, acidez gástrica (representa una barrera para la mayoría de los patógenos), la motilidad intestinal (impide la colonización intestinal al favorecer la eliminación de los microorganismos) la inmunidad. (Salud S. P., 2002)

## **II.2.4. Enfermedades ocasionadas por la contaminación del agua se encuentran**

### **Diarrea.**

“La enfermedad más importante relacionada con un acceso inadecuado al agua potable es la diarrea, que es la segunda causa de muerte infantil en el mundo, después de las infecciones respiratorias agudas. Se calcula que la diarrea causa la muerte de 1,3 millones de niños al año, lo que representa aproximadamente el 12 % del total de las muertes de niños menores de cinco años en los países en desarrollo”. La diarrea es una consecuencia de muchas enfermedades infecciosas, especialmente fiebre tifoidea,



disentería amoebica o bacilaria y cólera. La diarrea es un síntoma de infección debido a huéspedes bacteriales, virales y organismos parásitos la mayoría” (Villatoro, 2018)

### **Arsenicosis.**

“Es una enfermedad crónica que resulta de beber agua con altos niveles de arsénico durante un largo periodo de tiempo (ejemplo de 5 a 20 años). También, se denomina envenenamiento por arsénicos y la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda límites de 0,01 mg/L de arsénico en agua potable. Las consecuencias en la salud incluyen problemas de la piel, cáncer de la piel, cáncer del hígado, riñón y pulmones, problemas de los vasos sanguíneos en los pies y las piernas; otros síntomas posibles son diabetes, alta presión sanguínea y problemas reproductivos”. (Villatoro, 2018)

### **Ascariasis.**

Es una infección del intestino delgado causado por un gusano redondo denominado *Ascaris lumbricoides*, las cuales en estados larvales se desplazan por todo el organismo humano, que pueden causar daños viscerales, peritonitis e inflamación, extensión del hígado o bazo, toxicidad y neumonía. Una infección fuerte del gusano puede causar deficiencia nutricional; otras complicaciones, a veces fatales, incluyen obstrucción del intestino por una bola de gusanos (especialmente en niños), obstrucción de la bilis o conducto pancreático. Los menores producen más infecciones en las personas mayores de edad, las edades de 3 a 8 años se convierten en los más afectados y susceptibles. (Villatoro, 2018)

## **II.2.5. Morbilidad por contaminación de agua.**

El agua contaminada y el saneamiento deficiente están relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera, otras diarreas, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Los servicios de agua y saneamiento

inexistentes, insuficientes o gestionados de forma inapropiada exponiendo a los habitantes con riesgos que puede ser prevenidos para no afectar su salud. Esto es especialmente cierto en el caso de los centros sanitarios en los que tanto los pacientes como los profesionales quedan expuestos a mayores riesgos de infección y enfermedades no poseen suministro de agua y saneamiento y la poca capacitación de los mismos. A nivel mundial, con un porcentaje del 15% de los pacientes contraen infecciones durante el tiempo de hospitalización, proporción que es mucho mayor en los países de bajo desarrollo. (Hogar, 2009)

La gestión inadecuada de las aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas conlleva que el agua que beben cientos de millones de personas se vea peligrosamente contaminada. Se calcula que una cantidad de 842 000 personas mueren cada año de diarrea como consecuencia de la insalubridad del agua, de un saneamiento insuficiente producidas por mala higiene especialmente en lavado de manos. Sin embargo, la diarrea es ampliamente prevenible y la muerte de unos 361 000 niños menores de cinco años se podría prevenir cada año si se abordaran estos factores de riesgo. En los lugares donde el agua no es fácilmente accesible, las personas pueden considerar que lavarse las manos no es una prioridad, lo que aumenta la probabilidad de propagación de las enfermedades diarreicas. (Ramos, 2008)

La diarrea es la enfermedad más conocida que guarda relación con el consumo de alimentos o agua contaminados. Sin embargo, hay también otros peligros. Casi 240 millones de personas se ven afectadas por esquistosomiasis, una enfermedad grave y crónica provocada por lombrices parasitarias contraídas por exposición a agua en malas condiciones. (Ramos, 2008)

“En muchas partes del mundo, los insectos que viven o se crían en el agua son portadores y transmisores de enfermedades como el dengue. Algunos de estos insectos, denominados vectores, crecen en el agua limpia, y los contenedores

domésticos de agua de bebida pueden servir como lugares de cría. Tan solo con cubrir los contenedores de agua es posible reducir la cría de vectores, y reducir también la contaminación fecal del agua en el ámbito doméstico” (UNESCO, 2008)

### **II.3. Aguas residuales.**

Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que, por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de microorganismos o sustancias. El agua residual es toda aquella agua que es tomada por el hombre y que posterior de su utilización en los hogares y procesos industriales, es descargada en forma de desecho hacia los alcantarillados municipales o cuerpos receptores. Es decir, el agua de calidad potable es modificada debido a la adición de otros elementos que cambian la composición física, química y biológica del agua para ser desechada por su poca o no puede ser reutilizada. (Villatoro, 2018)

El agua residual por sus características físicas, químicas y biológicas es contaminante para la naturaleza, los ecosistemas y los organismos vivos, por tal motivo es necesario conocer sus propiedades y características para considerar un tratamiento adecuado y definir una forma adecuada de descarga hacia un cuerpo receptor, el cual puede ser sensible a determinados parámetros de las aguas residuales. (Villatoro, 2018)

#### **II.3.1. Orígenes de las aguas residuales**

##### **Las aguas residuales negras o domésticas.**

Proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de detergentes, lejía, grasas y jabón. (Poz, 2013)

### **Aguas blancas**

Pueden tener procedencia de la atmosfera (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las precipitaciones atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden ser evacuadas de manera separada para que no se sature el sistema utilizado. (Poz, 2013)

### **Las aguas residuales de origen industrial.**

Proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su entendimiento puede ser variable, dependen de las diferentes actividades y formas que manejan las industrias.

### **Las aguas residuales de origen agrícolas:**

Procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, sistemas de riego las cuales no poseen tratamientos previos. (Poz, 2013)

## **II.3.2. Parámetros de calidad del agua residual**

Las propiedades y características en el agua residual se clasifican en físicas, químicas y biológicas. Las físicas son los que no reaccionan con el agua, pero pueden dañar la vida en los ecosistemas. Las químicas son aquellos que alteran la composición del agua y/o reacciona con esta. Las biológicas son organismos o microorganismos directamente dañan la salud. (Villatoro, 2018)

## **II.3.3 Principales inconvenientes de las aguas residuales**

### **Malos olores y sabores**

“Son consecuencia de la diversidad de sustancias que portan, y, sobre todo, de los productos de la descomposición de éstas, especialmente en aquellos procesos, sobre

todo anaerobios, en los que se descomponen la materia orgánica, a través de desprenderá gases. A esto hay que añadir las causas naturales de olores y sabores: la proliferación de microorganismos, los procesos de descomposición, la presencia de vegetación acuática, mohos, hongos, etc., y la reducción de sulfatos a sulfuros, y en condiciones anoxias”

### **Acción tóxica**

Es el efecto y la repercusión que tienen algunos residuos sobre la flora y fauna natural de las masas hídricas receptoras y sobre los consumidores que utilicen esas aguas, o que se vean afectados por la acumulación de estas sustancias tóxicas en la cadena alimentaria. A este respecto, es importante tener en cuenta que en numerosas ocasiones las aguas residuales se utilizan, sin un tratamiento previo, para el riego de cosechas de verduras y hortalizas, con el enorme riesgo que esto supone, ya que el ser humano puede consumirlas sin cocinarlas, y pasan a él de manera directa la contaminación por microorganismos tóxicos. (Poz, 2013)

En otras ocasiones, no son directamente los residuos los que provocan la desaparición de los organismos del agua, sino que para la descomposición de las sustancias contaminantes es necesario oxígeno en grandes cantidades, llegan de manera que se agotan creando condicionantes para la vida acuática. (Poz, 2013)

### **Características de las aguas residuales domésticas**

El conocimiento de la naturaleza del agua residual es fundamental para su tratamiento y la gestión ambiental. El agua residual de origen doméstico consiste aproximadamente en un 99,9 por ciento de agua natural y un 0,1 por ciento de impurezas del peso total de las aguas residuales. Las aguas residuales tienen en solución una serie de compuestos e inorgánicos, y algunos sufren transformaciones en el medio acuático, debido a la acción bioquímica de los microorganismos o en otro caso por las reacciones de origen química. (Alda, 2009)

### **Fuentes puntuales**

Son las aguas negras domésticas y los desechos industriales, ya que en general se recolectan a través de un sistema o una red de tubos o canales, las cuales la conducen hasta un punto donde se descarga llamado esta agua receptora. Mackenzie L. (2005) describe que las aguas negras domésticas consisten en desechos de hogares, escuelas, edificios y tiendas. Las aguas negras municipales incluyen las aguas negras domésticas y los desechos industriales cuya evacuación se da en un sistema de alcantarillado sanitario. (Ramos, 2008)

### **Características físicas**

“Se dice que el agua residual doméstica fresca, tiene el olor de tierra recién revuelta. Las aguas residuales envejecidas y sépticas son bastante más ofensivas al sentido del olfato. Tiene un color gris característico. Las sépticas son negras, cuyo color se debe a la precipitación de sulfuro de hierro Martín Erick. (2010), establece que las temperaturas de las aguas residuales oscilan, entre 10 y 20 grados Celsius. Generalmente será mayor que la del agua del efluente receptor, debido al agua tibia de los hogares y al calentamiento dentro del sistema de drenaje de la estructura” (Poz, 2013)

El agua residual llevará sólidos que se disuelven, como los compuestos de calcio, sodio y los orgánicos solubles. Así como también sólidos insolubles denominados sólidos sedimentables y otros suspendidos coloidalmente, que son los que dan un aspecto turbio a las aguas de origen residual. (OMS, 2016)

### **Características químicas**

La cantidad de sustancias químicas presentes en las aguas residuales es casi ilimitada y generalmente se limita a descripción de tipos de sustancias que se conocen mejor por el nombre de la prueba que se usa para medirlos que por lo que incluye y describe que mediante el análisis de la Demanda.

Mackenzie L. (2005)

Química de Oxígeno (DQO) se determina el equivalente en oxígeno de la materia orgánica que puede oxidar un oxidante químico energético ácido de por medio. Y el principal análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) que describe los compuestos susceptibles a oxidarse biológicamente. (Poz, 2013)

### **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Es una cantidad que se mide y no depende del conocimiento que se tenga sobre la composición química de las sustancias en el vital líquido agua. Su determinación basa en la oxidación energética de la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua residual, en un medio fuertemente ácido con una solución valorada de dicromato de potasio. La diferencia entre la cantidad de agente oxidante al iniciar el análisis y la que queda al final, es la que se usa para calcular la Demanda Química de Oxígeno. Arriaza Víctor. (1999), dice que los valores de este parámetro están asociados al grado de avance de la oxidación de los contaminantes, por lo que la determinación seriada de La Demanda Química de Oxígeno la cual para el proceso se utiliza de herramienta. (Poz, 2013)

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

La Demanda Bioquímica de Oxígeno, se define como la cantidad de oxígeno necesaria para que una población microbiana heterogénea, estabilice la materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua residual. Por lo tanto, la DBO representa una medida indirecta de concentración de materia orgánica e inorgánica degradable biológicamente. Mackenzie L. (2005), determina el análisis del bioensayo en el que se utilizan microorganismos en condiciones similares al agua natural. (AGUA, 2007)

La prueba usa un tiempo fijo de incubación; la medición de oxígeno consumido en un período de 5 días (DBO5) es la más empleada. Puede medirse también el oxígeno consumido hasta que no haya modificación alguna en la concentración de éste, lo que puede tomar entre 30 y 90 días de incubación La Demanda Química de Oxígeno. El procedimiento se hace de manera sencilla: se determina el oxígeno disuelto al inicio y al final del tiempo de incubación preestablecido. La Demanda Química de Oxígeno es simplemente la diferencia del oxígeno disuelto entre su concentración inicial y final. (AGUA, 2007)

#### **II.4. Descargas de aguas residuales.**

Un programa de control de descargas de aguas residuales al sistema de alcantarillado (PCD) se refiere a las actividades previamente planeadas y organizadas para realizarlas en un orden y secuencia determinada, con el objeto de regular la calidad de las aguas residuales en el sistema de drenaje. Esto se hace con el fin de proteger la infraestructura y asegurar un adecuado funcionamiento de las diferentes partes del sistema, incluyen a las plantas de tratamiento. (AGUA, 2007)

##### **II.4.1. Campo de aplicación**

Este tipo de programas se enfoca principalmente a usuarios industriales y comerciales ya que son los que pueden descargar aguas residuales con diferentes cantidades y contenido de contaminantes que las aguas residuales de casas habitación. Generalmente, los usuarios domésticos son considerados fuera del programa, ya que la calidad y cantidad de las descargas es bien conocida, siempre y al no ser realicen actividades diferentes a su naturaleza que pueda producir contaminantes que sean vertidos al alcantarillado, y causan algún efecto adverso. (AGUA, 2007)

El objetivo de un PCD es evitar aquellos niveles de contaminantes que puedan causar algún efecto nocivo al sistema de alcantarillado, sistemas de tratamiento o al medio,



incluye la salud de la población. Para alcanzar este objetivo se establece un PCD, el cual se integra por diferentes componentes con metas específicas. En términos generales, el programa puede partir de cuatro componentes principales, los cuales se refieren a los aspectos institucionales, la estrategia y plan de control, la operación y la revisión del programa. (AGUA, 2007)

Las aguas residuales se clasifican en: Domésticas: Son las que provienen del uso cotidiano el aseo de personas y la elaboración de los alimentos, es decir las viviendas. Municipales: son usadas en el lavado de calles, vehículos, banquetas, fuentes, riego de áreas verdes, o sea las que usa el municipio en los servicios de entidades públicas urbanas. Comerciales: Las que son descargadas por restaurantes, taquerías, centros comerciales, tiendas, etcétera. Industriales: Agua que es usada por las industrias para llevar a cabo sus procesos productivos. (Martinez, 2010)

Contaminantes descargados según las actividades de industrias, comercios y prestadores de servicios pueden descargar gran cantidad de contaminantes convencionales tales como sólidos suspendidos y la Demanda Química de Oxígeno. Los tipos de contaminantes descargados al sistema de tuberías dependerán de las materias primas que son usadas en el proceso de fabricación de algún producto. El pretratamiento dependerá también de lo señalado anteriormente. Una primera apreciación los contaminantes y sus tipos las cuales son descargados se puede considerando todos los tipos y listado de materiales contaminantes generando actividad que perjudica. (Martinez, 2010).

## **II.5. Importancia del tratamiento de aguas residuales.**

Las aguas residuales deben ser tratadas antes de ser vertidas a la naturaleza por dos razones fundamentales. En primer lugar, defender la salud pública y el medio ambiente, y, en segundo lugar, reutilizar esa agua tratada para otros fines. El motivo

principal de tratar las aguas residuales es defender la salud pública y el medio ambiente. Si las aguas residuales no son tratadas y se vierten directamente a ríos, lagos o mares, es bastante probable introducir elementos de contaminación que acaben produciendo importantes daños ecológicos en el entorno ambiental y enfermedades de salud pública (causadas por virus y bacterias) en las personas y comunidades que entren en contacto con esas aguas contaminadas. (Sanitaria, 2018)

Proteger la Salud Pública y el Medio Natural, Si las aguas residuales van a ser vertidas en un área receptora (mar, ríos, lagos), es necesario realizar un tratamiento para evitar enfermedades causadas por bacterias y virus en las personas que entran en contacto con el agua.

Para proteger la fauna y flora presentes en el área que la recepta (mar, ríos, lagos). (Sanitaria, 2018)

El Re-uso del Agua Tratada: Existen actividades en las que no se requiere utilizar agua potable estrictamente y que se pueden realizar con agua que llega a plantas de tratamiento, tales como:

Regadíos en áreas verdes como las glorietas, camellones, jardines, centro recreativo, parques, campos deportivos, fuentes de ornato.

Industriales y de servicios (lavado de patios y nave industrial, lavado de flota vehicular, sanitarios, intercambiadores de calor, calderas, cortinas de agua. (Sanitaria, 2018)

Garantizar que no existirán efectos nocivos a la salud por entrar en contacto con el agua tratada en las actividades antes descritas. Este tipo de objetivos involucran tratamientos de mayor nivel, que generalmente involucran la implementación de las mejores tecnologías. Es por ello por lo que podemos decir que el tratamiento de aguas

es de gran importancia para el cuidado y desarrollo de los diferentes ecosistemas, al mismo tiempo que cuida de la salud del ser humano y del planeta en sí (Sanitaria, 2018).

El tratamiento no adecuado de las aguas residuales que se hayan generado por una actividad humana se considera el factor definitivo que propicia la contaminación de las aguas fluviales, subterráneas y marinas, además de ser la causa principal de la alteración y de la degradación de un sinnúmero de ecosistemas asociados.

Existe todo un complicado sistema de depuración a nivel doméstico autónomo que minimizará la contaminación, aunque bien es cierto que gran parte de este problema podría evitarse con la adaptación de una serie de medidas en los hogares. (Martinez, 2010)

En cada Comunidad Autónoma se siguen unos protocolos de depuración y unos sistemas muy similares; por ejemplo, en el saneamiento y aguas residuales en Barcelona podemos encontrar métodos muy variados como la filtración de las aguas residuales en fosas sépticas y pozos negros, presencia de acuíferos superficiales en zonas rurales, ..Dependen del grado de contaminación del agua, esta podrá ser tratada con un mayor o menor acierto. Si el agua está en muy mal estado, poco se podrá hacer por ella. Un mal mantenimiento podría dar lugar a todo tipo de problemas en los que se requeriría de, por ejemplo, servicios de desatascos, ya sea a nivel particular, limpieza de fosas sépticas, de alcantarillado, etc. (Ramos, 2008)

### **II.5.1. La Depuración de las aguas residuales urbanas**

Necesidad de depuración de las aguas residuales urbanas. El vertido de aguas residuales urbanas sin depurar ejerce sobre los cauces receptores toda una serie de efectos negativos, de entre los que cabe destacar: aparición de flotantes y fangos. La fracción sedimentable de los sólidos en suspensión origina sedimentos en las

profundidades. Además, la fracción no sedimentable da lugar a la acumulación de grandes cantidades de sólidos en la superficie y/o en las áreas receptoras forman muchas capas que flotan. (ALIANZA POR EL AGUA, 2010)

Los depósitos de fangos y flotantes no sólo son provocan un desagradable impacto visual, sino que, debido al carácter reductor de la materia orgánica, se puede llegar a provocar el agotamiento del oxígeno que se disuelta en mi casa y da origen al desprendimiento de malos olores. (ALIANZA POR EL AGUA, 2010)

“Los componentes de las aguas residuales fácilmente oxidables comenzarán a ser degradados vía aerobia por la flora bacteriana de las aguas del cauce, con el consiguiente consumo de parte del oxígeno disuelto en la masa líquida. Si este consumo es excesivo, el contenido en oxígeno disuelto descenderá por debajo de los valores mínimos necesarios para el desarrollo de la vida de los animales acuáticos. Consumido el oxígeno disponible, los procesos de degradación vía anaerobia generarán olores desagradables, al liberarse gases que causan olores. Aportes excesivos de nutrientes. Las aguas residuales contienen nutrientes (N y P principalmente) causantes del crecimiento descontrolado de algas y otras plantas en los cauces receptores” (ALIANZA POR EL AGUA, 2010)

Este crecimiento excesivo de biomasa puede llegar a impedir el empleo de estas aguas para usos industriales y domésticos. Deterioro de la salud pública. Los vertidos de aguas residuales sin tratar a cauces públicos pueden fomentar la propagación de organismos patógenos para el ser humano (virus, bacterias, protozoos y helmintos). Entre las enfermedades que pueden propagarse a través de las aguas contaminadas por los vertidos de aguas residuales urbanas, se mencionan: la hepatitis, tifus, el cólera, la disentería. Las estaciones depuradoras van a eliminar una elevada proporción de los contaminantes presentes en las aguas de origen residual, vertían efluentes depurados,

que puedan ser asimilados de forma natural por los cauces que lo recepcionaban. (ALIANZA POR EL AGUA, 2010)

Puede, por tanto, considerarse a las estaciones de tratamiento como un complemento artificial de los procesos naturales que se dan en las masas acuáticas al haberse sobrepasado la de autodepuración de manera amplia.

## **II.6. Situación actual del tratamiento de aguas residuales en Guatemala.**

Actualmente Guatemala cuenta con un Acuerdo Gubernativo 236-2006, que establece criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y/o reutilización de aguas residuales. Lo anterior se logra por medio de un conjunto de operaciones que se llevan a cabo en una planta de tratamiento, cuya finalidad es mejorar la calidad de las aguas de origen residual. Guillermo (2003), presenta un inventario como antecedente de la situación actual de las plantas de tratamiento de agua residual en toda Guatemala, donde acierta de igual manera con el reporte que presenta el Instituto de Fomento Municipal (INFOM, 2008), el cual establece que solamente el 2 por ciento de las tuberías de agua residual están conectadas a un sistema y planta de tratamiento. (Villatoro, 2018)

El uno por ciento se encuentra en el área metropolitana y el otro uno por ciento en algunas cabeceras municipales. A la situación descrita anteriormente hay que añadirle la problemática económica de las municipalidades, debido a que muchas de ellas no han activado aquellas plantas de tratamiento que en la actualidad se ponen a disposición. Omiten de esta forma el mantenimiento de la infraestructura, así como la manera de controlar las operaciones de la misma. Con la perspectiva de generar una guía para una posible solución sostenible a la situación de las plantas de tratamiento de las aguas de origen residual en el país. (Villatoro, 2018)

Esta investigación tiene como objetivo realizar la evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de agua residual, ubicada en Ciudad Peronia, Villa Nueva, para determinar parámetros de diseño que sean aplicables a cada alternativa tecnológica de tratamiento que se tiene al alcance en el país. (Villatoro, 2018)

Tanto los procesos convencionales, como los tecnológicos modernos utilizan los parámetros fisicoquímicos establecidos, los cuales se mencionan: la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Con dichos parámetros se determina la cantidad de contaminación orgánica e inorgánica que contiene el agua residual al entrar a una planta de tratamiento, así como establecen la eficiencia de la misma, debido a que después del tratamiento el agua residual debe cumplir con rangos establecidos por la legislación de Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno. (Martinez, 2010)

Para definir el tipo de tratamiento que debe recibir el agua residual, se debe conocer también: la temperatura, el potencial de hidrógeno (pH), sólidos disueltos, sólidos suspendidos, concentración de nitrógeno, carbono y fósforo. (Martinez, 2010)

De acuerdo con la información oficial del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2012), Guatemala cuenta en el 2011 con una proyección de población de un total de 14 713 763 habitantes. El 33 por ciento de la población viven en 249 ciudades, con más de 2 000 habitantes. En 180 ciudades muy pequeñas viven 876 297 personas; en 65 ciudades pequeñas, habitan 1 328 092 personas; en ciudades intermedias, 617 973 personas y en la ciudad capital, habitan 1 015 304 habitantes. (Alda, 2009)

Sanchez (2001, p.3), establece que las coberturas en cuanto a servicios de alcantarillado, en promedio, son: 59,13 por ciento para las ciudades muy pequeñas; 63,9 por ciento para las ciudades pequeñas; 81,8 por ciento para las ciudades intermedias y 85,4 por ciento para la única ciudad grande. Existen redes de

alcantarillado en 223 de las 249 ciudades consideradas. Información proporcionada por las municipalidades, centros de salud y otras instituciones locales. Las instituciones centrales como el INFOM/UNEPAR, el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, el Ministerio de Salud y otras no poseen datos específicos. (Villatoro, 2018).

## **II.7. Tipos de sistema de tratamiento de aguas residuales.**

### **II.7.1. Métodos biológicos para el tratamiento de aguas residuales**

El tratamiento biológico de aguas residuales, realizado principalmente mediante lagunas de oxidación, cuenta con una serie de procesos que tienen en común el uso de microorganismos tales como bacterias para llevar a cabo la reducción de concentraciones de componentes solubles presentes en el agua; estos procesos utilizan la capacidad de asimilación de los organismos para consumir materia orgánica y nutrientes presentes en el recurso para su propio crecimiento y desarrollo. (Sanitaria, 2018)

En el proceso que se emplea para el tratamiento de aguas residuales a nivel biológico se distinguen los siguientes sistemas:

#### **Sistemas aerobios**

La presencia de O<sub>2</sub> en este tipo de sistemas, hace que este compuesto sea receptor de electrones, por lo cual se obtienen rendimientos energéticos elevados, que provoca alta producción de fango, debido al alto grado de crecimiento de las bacterias aerobias. Su aplicación en el tratamiento de aguas residuales está condicionada por la baja solubilidad del oxígeno en el agua. (Sanitaria, 2018)

La digestión aerobia es un proceso de transformación y no de destrucción de la materia orgánica, como no hay presencia de un oxidante en el proceso, la capacidad de

transferencia de electrones de la materia orgánica permanece intacta en el metano producido. En vista de que no hay oxidación, se tiene que la DQO teórica del metano equivale a la mayor parte de la DQO de la materia orgánica digerida (90 a 97%), una mínima parte de la DQO es convertida en lodo (3 a 10%). En las reacciones bioquímicas que ocurren en la digestión anaerobia, solo una pequeña parte de la energía libre es liberada, mientras que la mayor parte de esa energía permanece como energía química en el metano producido. (Alda, 2009)

### **Sistemas anaerobios**

En este tipo de sistemas, el receptor de electrones es el CO<sub>2</sub> presente en la materia orgánica que se encuentra en las aguas residuales, generan como producto, la reducción del carbono en forma de gas metano (CH<sub>4</sub>). El uso de este sistema tiene como principal ventaja la obtención de gases combustibles. (Sanitaria, 2018)

En este tipo de tratamiento se llevan a cabo procesos catabólicos oxidativos. Como el catabolismo oxidativo requiere la presencia de un oxidante de la materia orgánica y normalmente este no está presente en las aguas residuales, él requiere ser introducido artificialmente. La forma más conveniente de introducir un oxidante es por la disolución del oxígeno de la atmósfera, y utilizar la aireación mecánica, lo que implica altos costos operacionales del sistema de tratamiento. Adicionalmente la mayor parte de la DQO de la materia orgánica es convertida en lodo, que cuenta con un alto contenido de material vivo que debe ser estabilizado. (Martinez, 2010)

En términos generales, se registran tres generaciones de reactores anaerobios, las cuales se caracterizan porque en cada generación se reduce el tiempo de retención hidráulico (TRH) y mejora el contacto entre el lodo y el sustrato, lo cual significa menores volúmenes de reactor, costos más bajos, sistemas más estables y de mejor y fácil manipulación. (Díaz-Báez, 2002; van Haandel, 1995):



### **Los reactores de primera generación**

El tiempo de retención celular es igual al TRH, por lo que se requieren TRH muy altos, existe un contacto inadecuado entre la biomasa y la materia orgánica - Lagunas Anaerobias, Tanque Séptico, Tanque tipo imhoff. (Hogar, 2009)

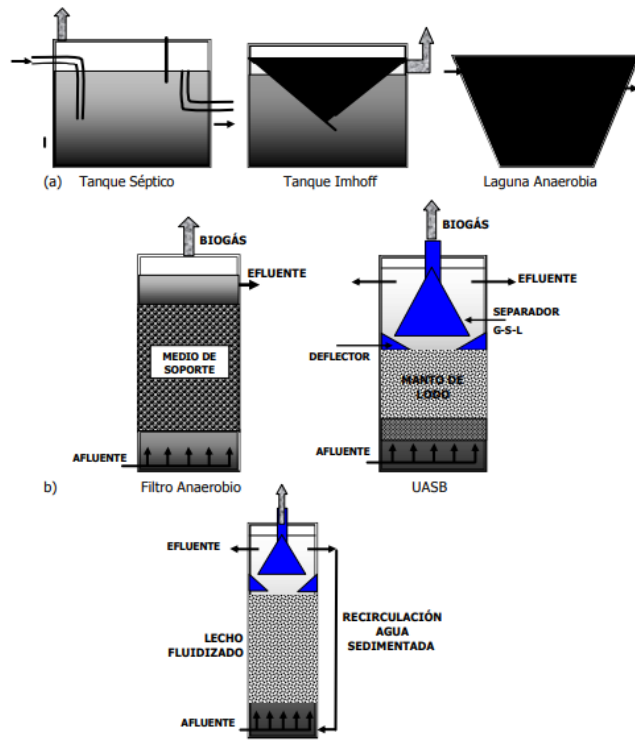
### **Reactores de segunda generación**

Se caracterizan por el hecho de que tienen mecanismos para retención de los lodos, e independiza el tiempo de retención celular del TRH. Los dos mecanismos más aplicados son a) inmovilización del lodo por adhesión a material sólido - Filtros anaerobios de flujo ascendente y descendente; b) separación líquido-sólido del efluente, con el retorno de los sólidos separados al reactor - UASB, el cual usa un sedimentador de forma interna. (Martinez, 2010)

### **Los reactores de tercera generación**

Para optimizar el contacto entre el sustrato y la biomasa, esta se adhirió con partículas de arena, alúmina o plástico, las cuales se expanden - Reactores en lecho fluorizado o expandido. (Martinez, 2010)

**Figura 4. Sistema anaeróbico 1era., 2da. y 3ra. generación.**



Fuente: Martínez, 2010

## II.7.2. Los humedales artificiales

Los humedales artificiales son sistemas de Fito depuración de aguas residuales. El sistema consiste en el desarrollo de un cultivo de micrófitos enraizadas sobre un lecho de grava impermeabilizado. La acción de los micrófitos hace posible una serie de complejas interacciones físicas, químicas y biológicas a través de las cuales el agua residual afluyente es depurada progresiva y lentamente.

Al llegar el agua a una estación depuradora, pasa por una serie de tratamientos que extraen los contaminantes del agua y reducen su peligro para la salud pública. El número y tipo de tratamientos dependen de las características del agua de manera contaminada y su disposición final. Estos sistemas purifican el agua mediante remoción del material orgánico (DBO), se oxida el amonio, reducen los nitratos y

remueven fósforo. Los mecanismos son complejos e involucran oxidación bacteriana, filtración, sedimentación y precipitación química (Cooper et al., 1996).

### **II.7.2.1. Clasificación de los humedales artificiales**

Los humedales artificiales pueden ser clasificados según el tipo de macrófitos que empleen en su funcionamiento: macrófitos fijos al sustrato (enraizadas) o macrófitos flotantes libres. Se consideran la forma de vida de estos macrófitos, los humedales artificiales pueden ser clasificados en:

#### **Sistemas de tratamiento con base macrófitas de hojas flotantes**

Principalmente angiospermas sobre suelos anegados. Los órganos reproductores son flotantes o aéreos. El Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y la lenteja de agua (*Lemna sp.*) son las especies más utilizadas para este sistema. (Villatoro, 2018)

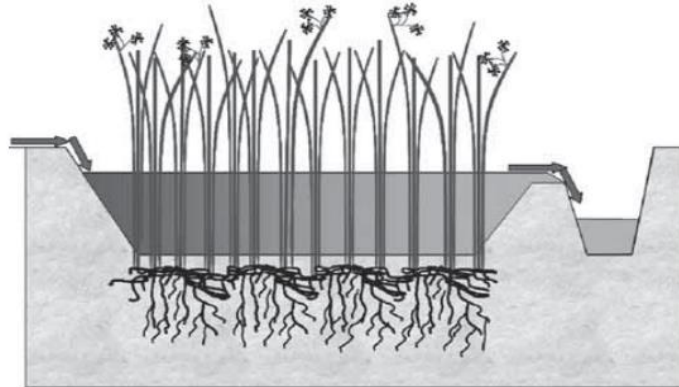
#### **Sistemas de tratamiento con base macrófitas sumergidas**

Comprenden algunos helechos, numerosos musgos y carófitas y muchas angiospermas. Se encuentran en toda la zona fótica (a la cual llega la luz solar), aunque las angiospermas vasculares sólo viven hasta los 10 m de profundidad aproximadamente. Los órganos reproductores son aéreos, flotantes o sumergidos. (Villatoro, 2018)

#### **Sistemas de tratamiento con base macrófitas enraizadas emergentes**

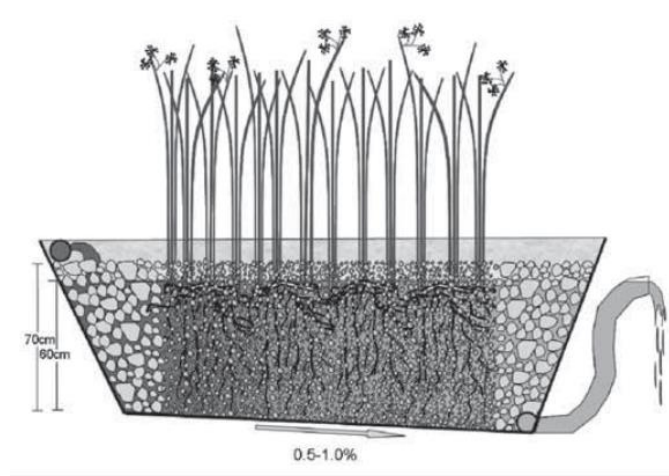
En suelos anegados permanente o temporalmente; en general son plantas perennes, con órganos reproductores aéreos (Cricyt, 2007).

**Figura 5. Humedal artificial superficial.**



Fuente: Villatoro, 2018.

**Figura 6. Humedal superficial de flujo horizontal.**



Fuente: Villatoro, 2018.

### **Sistemas anóxicos**

Los sistemas anóxicos son sistemas con ausencia de  $O_2$  y presencia de altas concentraciones de nitratos ( $NO_3^-$ ), generan que este compuesto sea el receptor de electrones, y generan principalmente  $N_2$ , el cual es un elemento inerte. Por lo tanto, dependen de las condiciones del ambiente, se puede obtener un tratamiento de aguas residuales que realice desnitrificación (reducción biológica de nitratos). (Sanitaria, 2018)

### **II.7.2.2. Limitaciones asociadas con la digestión anaerobia**

#### **Arranque de reactores tipo anaerobios:**

Una característica particular de los microorganismos anaerobios es su baja tasa de crecimiento; por lo tanto, al iniciar el proceso de arranque del reactor se requiere de un periodo de tiempo que dependerá de la calidad y cantidad de inóculo utilizado. Sin embargo, en los casos en que no se cuenta con inóculos adecuados, esta etapa se puede prolongar, incluso hasta condiciones críticas en las que nunca alcanza la estabilidad. Por ello, el arranque de reactores anaerobios requiere contar con herramientas apropiadas para la obtención y evaluación de los inóculos más eficientes. (Villatoro, 2018)

#### **Postratamientos**

La digestión anaerobia es un proceso eficiente para la remoción de materia orgánica, pero tiene poco efecto sobre la concentración de nutrientes (nitrógeno y fósforo), y sobre la remoción de patógenos es apenas parcial. Dependen de la disposición final del efluente y de la legislación local sobre la calidad mínima de vertimientos, puede existir la necesidad de postratamientos para remover la concentración residual de la materia orgánica y de sólidos suspendidos, y para reducir la concentración de nutrientes y patógenos. (Villatoro, 2018)

#### **Producción de olores**

Una de las características más llamativas asociada con la tecnología anaerobia es la producción de malos olores, atribuida a la generación de compuestos azufrados como el H<sub>2</sub>S en el biogás. Estos compuestos tienen un olor muy ofensivo que se ha convertido en la principal causa para que se exija el cubrimiento total del sistema de tratamiento y un adecuado y efectivo sistema de recolección, tratamiento y disposición del biogás y de los gases generados. (Villatoro, 2018).

### **Recogida y conducción**

La recogida y conducción de las aguas residuales desde donde se generan hasta la estación depuradora se realiza a través de una compleja red de tuberías (alcantarillado, colectores). Dependen de la topografía, las aguas discurrirán por gravedad o será necesario recurrir a su bombeo.

Normalmente, los sistemas de recogida son unitarios. Es decir, la red de saneamiento recoge tanto las aguas residuales, como las de lluvia. En otros casos, aunque aún en baja proporción, los colectores que llegan a la estación de tratamiento transportan tan sólo aguas residuales, mientras que las aguas de lluvia se recogen en colectores independientes (sistemas separativos). (Gramajo, 2014)

Con el objetivo de que a la estación depuradora no llegue más caudal del proyectado, en los colectores y/o en las obras de llegada a las EDAR se instalan aliviaderos, que permiten derivar los excesos de caudal. Esta situación tiene lugar principalmente en períodos en los que se registran fuertes lluvias. Igualmente, para poder derivar toda el agua residual antes de su entrada a la depuradora, en caso de problemas de funcionamiento, se instala a la llegada de los vertidos un «bypass» general. También, se disponen bypass parciales detrás de cada etapa del tratamiento de las aguas, para poder proceder al vertido de los efluentes de estas etapas sin pasar por la fase siguiente, en caso de que se registren incidentes operativos. Estos bypass suelen descargar en una misma línea, junto con el bypass general y los efluentes depurados. (Villatoro, 2018)

#### **II.7.2.3. Tratamiento**

El tratamiento de las aguas residuales consta de un conjunto de operaciones físicas, biológicas y químicas, que persiguen eliminar la mayor cantidad posible de contaminantes antes de su vertido, de forma que los niveles de contaminación que queden en los efluentes tratados cumplan los límites legales existentes y puedan ser

asimilados de forma natural por los cauces receptores. En las depuradoras convencionales de aguas residuales se distinguen dos líneas de tratamiento:

**Línea de agua:** incluye los procesos o tratamientos que permiten reducir los contaminantes presentes en las aguas residuales.

**Línea de lodos:** en ella se tratan la mayor parte de los subproductos que se originan en la línea de agua. (ALIANZA POR EL AGUA, 2010)

## **II.8. Planificación y diseño de sistema de tratamientos de aguas residuales.**

### **II.8.1. Funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales**

En su forma más simple, una planta de tratamiento de aguas residuales evacúa sólidos, reduce la materia orgánica y los contaminantes y restaura la presencia de oxígeno. Los sólidos incluyen todo, desde trapos y maderas, a arena y partículas pequeñas que se encuentran en las aguas residuales. La reducción de la materia orgánica y de los contaminantes es llevada a cabo con la utilización de bacterias útiles y otros micro-organismos que se usan para consumir la materia orgánica en el agua residual. Las bacterias y los micro-organismos son luego separados del agua. La restauración del oxígeno es importante ya que el agua debe tener suficiente oxígeno para sostener la vida. (ALIANZA POR EL AGUA, 2010)

#### **II.8.1.1. Tratamiento primario**

Los desagües sanitarios o separados llevan las aguas residuales desde las casas y negocios a la planta de tratamiento; otros drenajes combinados llevan el agua de tormenta de los drenajes de aguas pluviales. (Villatoro, 2018)

El proceso de tratamiento primario toma el desagüe crudo o de ingreso y retira entre el 40 y el 60 por ciento de sólidos arrastrados. El tratamiento que tiene lugar en esta parte del proceso es puramente mecánico. Los procesos posteriores son mecánicos, biológicos y químicos. Toda la serie de pasos que componen el tratamiento primario

es llamada a veces clarificación. La meta de este proceso es retirar turbidez, partículas sólidas y materiales flotantes. Debido a que estos contaminantes interferirán con los procesos de tratamiento posteriores deben ser retirados con anterioridad. (Villatoro, 2018)

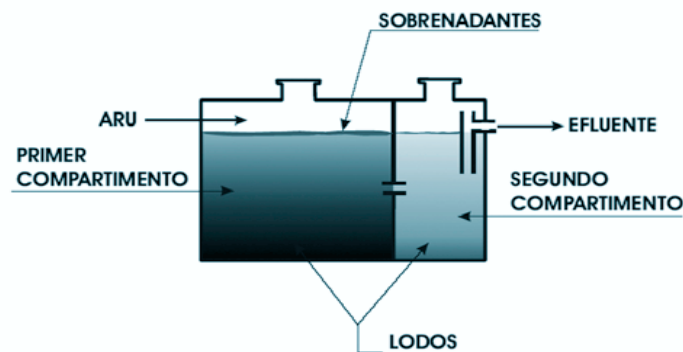
**Reservorio:** éstos sirven para el almacenaje de las aguas residuales a largo plazo. El propósito del almacenamiento es para poder descargar los efluentes en el período deseado del año y obtener efluentes de alta calidad.

**Áreas de cribas:** Permiten el paso del agua, pero no de la basura tales como trapos o palos. La basura es recolectada y luego se dispone de ella. La basura va a una moladora o pulverizadora y es luego desaguada antes de disponerse de ella.

**Separador de partículas tipo sólidas:** Es una cámara de sedimentación que es, esencialmente, un tanque grande. Esto disminuye el caudal del agua. Posteriormente, se deja que la arena, las partículas sólidas y otros sólidos pesados se asienten al fondo. Las partículas sólidas son luego arrastradas, secadas y se dispone de ellas, usualmente como relleno. (Villatoro, 2018)

**Sedimentación primaria:** Involucra la evacuación de tanta materia sólida remanente como sea posible. El drenaje fluye hacia grandes tanques llamados Tanques de Sedimentación Primaria donde las partículas más pequeñas se asientan en el fondo. Un Lodo Primario o Lodo Crudo es barrido por restregadores eléctricos hacia una tolva y luego es bombeado a la planta de asimilación de lodos. (Alda, 2009)

**Figura 7. Tratamiento primario.**



Fuente: Alda, 2009.



### **II.8.1.2. Tratamiento secundario**

El propósito del Tratamiento Secundario es completar el proceso de tal modo que se evacúe el 90% de los contaminantes. El equipo usado es un Tanque de Aireación que proporciona enormes cantidades de aire a una mezcla de aguas residuales, bacterias y otros micro-organismos. El oxígeno en el aire acelera el crecimiento de micro-organismos útiles que consumen la materia orgánica dañina en el agua residual. (Alda, 2009)

El Tratamiento Secundario de aguas es la fase de tratamiento final antes de la Desinfección y del regreso del agua al ecosistema. Un tanque de tratamiento secundario (clarificador secundario) recibe las aguas residuales del clarificador primario y del aireador después de que tuvo lugar la evacuación inicial de lodos y de las impurezas de la superficie. En este punto, ya han sido retirados del 40 al 60 por ciento de los sólidos. (Gramajo, 2014)

El proceso de tratamiento secundario retira aún más. Después de esta etapa se han retirado del agua el 90 por ciento de los contaminantes. Hasta llegar aquí, el tratamiento anterior fue casi completamente mecánico. Se basaba mayormente en la gravedad o en aparatos mecánicos que retiraban los contaminantes. En el tratamiento secundario, la limpieza adquiere también una naturaleza biológica. Para un tratamiento efectivo, se debe lograr un balance entre el nivel de desperdicios orgánicos, el oxígeno disuelto y los niveles bacteriales.

#### **Tanque de sedimentación secundario**

Permite a los micro-organismos y a los residuos sólidos crear cúmulos y asentarse. Alguna de esta mezcla llamada Lodo Activado, puede mezclarse nuevamente con aire y usarse en el Tanque de Aireación. El lodo del proceso de Sedimentación Secundaria y también el del proceso de Sedimentación Primaria son bombeados a una digestora de lodos donde un tipo distinto de microbio destruye los materiales degradables y de mal olor y lo

convierte en un gas (gas de lodo) que contiene metano. Este proceso toma de tres a cuatro semanas. (Gramajo, 2014)

**Figura 8. Tratamiento secundario.**

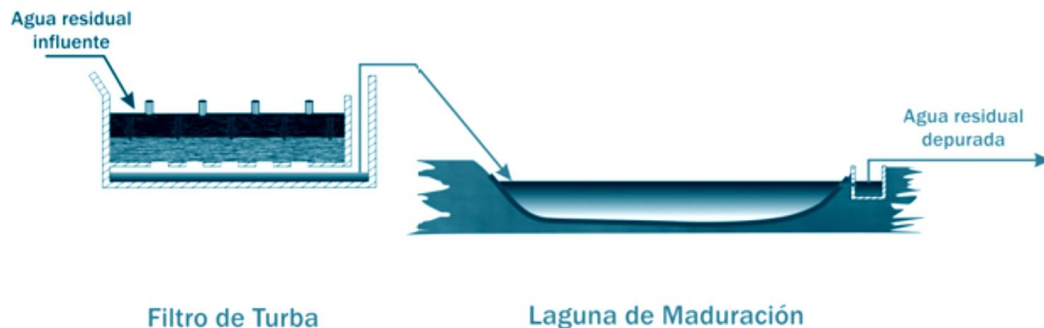


Fuente: Alda, 2009.

### **II.8.1.3. Tratamiento terciario**

Consisten en procesos físicos y químicos especiales con los que se consigue limpiar las aguas de contaminantes concretos: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. Es un tipo de tratamiento más caro que los anteriores y se usa en casos más especiales como por ejemplo para purificar desechos de algunas industrias. Una mejor posibilidad para el tratamiento terciario consiste en agregar uno o más estanques en serie a una planta de tratamiento convencional. El agregar esos estanques de “depuración” es una forma apropiada de mejorar una planta establecida de tratamiento de aguas residuales, de modo que se puedan emplear los efluentes para el riego de cultivos o zonas verdes y en acuicultura. (ALIANZA POR EL AGUA, 2010)

**Figura 9. Tratamiento terciario**



Fuente: Alda, 2009.

### **Desinfección**

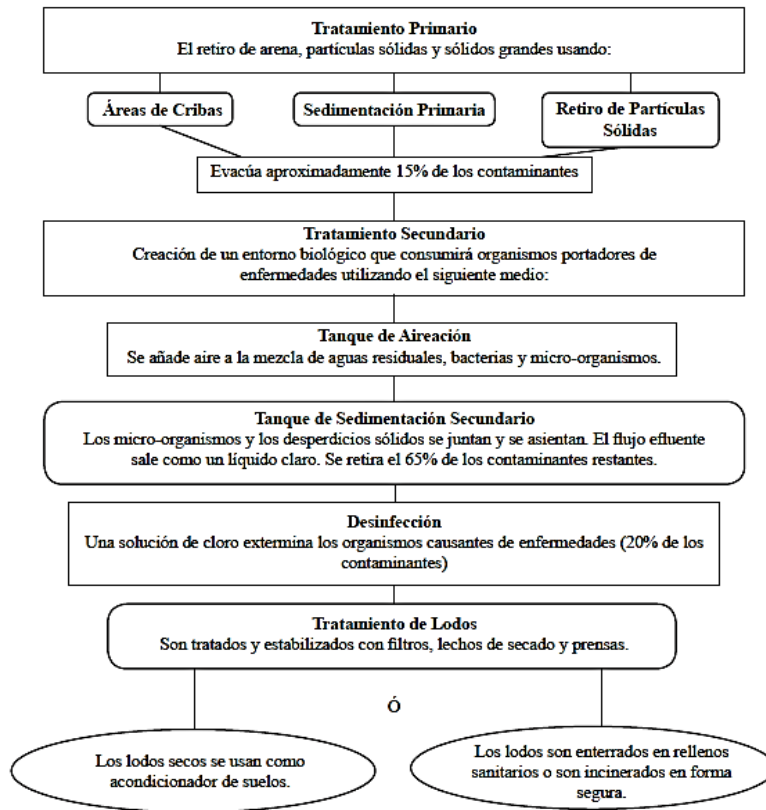
La última parte del proceso es la adición de un desinfectante como el cloro. Este se agrega usualmente al agua residual antes de que salga de la planta de tratamiento. El desinfectante mata los organismos causantes de enfermedades en el agua. (OMS, 2016)

### **Tratamiento de lodos**

Los lodos pueden ser tratados o espesados para quitarles algo de agua y ser procesados por estabilización. En este proceso, se permite que el lodo crudo se descomponga en los tanques de asimilación. Se usan unos químicos especiales para la estabilización. El lodo estabilizado no tiene olor y está libre de organismos causantes de enfermedades. El proceso de desaguar el lodo evacúa la mayoría del agua de la mezcla de lodos. Se usan filtros, lechos de secado y varios tipos de prensas. Finalmente, el lodo seco llamado Pastel (Cake) está listo para ser usado o disponerse de éste. (ALIANZA POR EL AGUA, 2010)

El lodo seco, a veces llamado lodo digestivo, puede ser usado como acondicionador de suelos. Y se usan ciertos procesos, el lodo puede ser usado también para producir gas metano. El metano puede luego ser quemado para abastecer de energía a una pequeña planta eléctrica o para otros propósitos. Si el lodo no puede ser usado con seguridad, es quemado en rellenos sanitarios aprobados o se utilizan tecnología especial para prevenir la contaminación del aire. (ALIANZA POR EL AGUA, 2010)

**Figura 10. Funcionamiento planta de tratamiento.**



Fuente: Sanitaria, 2018.

### **Tratamiento y secado de lodos**

Este proceso consiste en aplicar químicos o una combinación de tiempo/temperatura que asegure la remoción de los patógenos y la transformación de los componentes orgánicos aun presentes que pudieran causar malos olores. Para facilitar el re uso o disposición final. (Brown Salazar, 2004). (Sanitaria, 2018)

En los tratamientos anteriores se generan una cantidad de residuos en donde se concentra la contaminación eliminada (lodos). Al retirarlos también nos llevamos una gran cantidad de agua (aproximadamente un 95%) por lo que ocupan volúmenes importantes y facilitan la putrefacción de los mismos. La finalidad del espesamiento o espesado es reducir el volumen de los lodos mediante la eliminación parcial de esta agua. (Sanitaria, 2018)

#### **II.8.1.4. Los tipos de espesamiento más utilizados.**

##### **El espesamiento por gravedad:**

En este proceso los lodos son conducidos a un espesador, generalmente circular, por medio de tuberías. Tienen un diseño parecido al de un decantador y tienen un mecanismo giratorio con unas rasquetas de fondo para el barrido de los lodos y su conducción a un agujero situado en el centro desde donde se extraen más tarde. (Poz, 2013)

En el espesador los lodos permanecen varias horas y en este tiempo se depositan en el fondo del mismo, y quedan por una parte agua y por otra los lodos que son extraídos por succión. El agua que sale de este proceso se vuelve de nuevo al principio de la depuradora para que vuelva a ser depurada.

Este tipo de espesamiento se usa en lodos primarios y mixtos (primarios y secundarios) debido a su capacidad para sedimentar y a que los lodos no tienen una concentración de lodo en agua superior al 2 ó 2,5% (básico para el buen funcionamiento del espesador). (Poz, 2013)

##### **El espesamiento por flotación:**

Al introducir el aire a presión en un líquido con cierto contenido de sólidos, parte de las burbujas se fijan a ellos y los hacen flotar. Los lodos más pesados y que no se fijan a las burbujas tienden a sedimentar. Más tarde un rascador superficial se encarga de retirar los lodos que quedan a flote en el líquido. Los lodos sedimentados son recogidos por un rascador de fondo y conducidos hacia el centro del tanque, donde son absorbidos. (Poz, 2013)

### **El espesamiento a través de métodos mecánicos:**

Existen otros métodos mecánicos como centrifugas espesadoras, espesadores rotativos, etc. que se basan en los mismos métodos que la deshidratación mediante centrifugas. (Martinez, 2010)

Los principales componentes de un sistema colector son los siguientes:

#### **II.8.2. Tuberías de drenaje**

Las tuberías de servicio domésticas de 4 pulgadas a 6 pulgadas que se usan para retirar las aguas residuales de los hogares y las pequeñas instalaciones comerciales tienen usualmente una inclinación para que la gravedad mueva la descarga hacia las tuberías más grandes (de 6" o más) llamadas laterales. Estas se extienden en medio de las filas de casas y van a dar a una tubería aún más grande llamada línea principal o drenaje colector. Dependen de la complejidad del sistema, éste puede ser la ruta final que tome el drenaje antes de la planta de aguas residuales. Las tuberías que se usan para retirar las aguas de tormenta de los alcantarillados en calles son llamadas drenaje combinado. Las tuberías que unen los drenajes colectores con la planta de tratamiento se denominan drenaje interceptor. (Martinez, 2010)

#### **II.8.3. Bocas de visita**

Estas cámaras subterráneas son puntos de entrada para el mantenimiento del sistema colector. Las bocas de visita se instalan normalmente en:

- intervalos de entre 90 a 150 metros en instalaciones rectas
- puntos grandes de confluencia dentro del sistema
- cambios en la elevación
- cambios en la dirección del flujo

#### **II.8.4. Estaciones de bombeo**

En algunas áreas, las condiciones del paisaje hacen que un sistema basado totalmente en la gravedad sea imposible. Al ser este el caso, unas bombas de elevación ayudan a

mover el drenaje hacia la planta. En estos casos, los sistemas locales basados en la gravedad llenan una poza central o cámara hasta un nivel predeterminado. El drenaje alcanza este nivel, las bombas de elevación comienzan a trabajar, y bombea las aguas residuales en subida hasta un punto en el cual pueden fluir hasta la planta de tratamiento. Estas bombas pueden también bombear todas las aguas del desagüe hasta la planta si es necesario. (ALIANZA POR EL AGUA, 2010)

### **Bombas centrífugas**

Las Bombas Centrífugas están disponibles en varios tipos. Las bombas de flujo radial desarrollan presión en las tuberías de descarga a través de una fuerza centrífuga. Esta fuerza es impartida hacia el fluido a través del impulsor rotatorio. Las bombas de flujo axial o bombas propulsoras imparten presión al fluido elevan físicamente el fluido en las superficies del impulsor. Si este tipo de bomba es acoplada con aspas de difusión retirables es, a veces, llamada una bomba de turbina. Una bomba de flujo mezclado es aquella que tiene un impulsor diseñado para desarrollar presión en parte debido a una fuerza centrífuga y en parte a través de una acción de elevación. (ALIANZA POR EL AGUA, 2010)

### **Las bombas sumergibles**

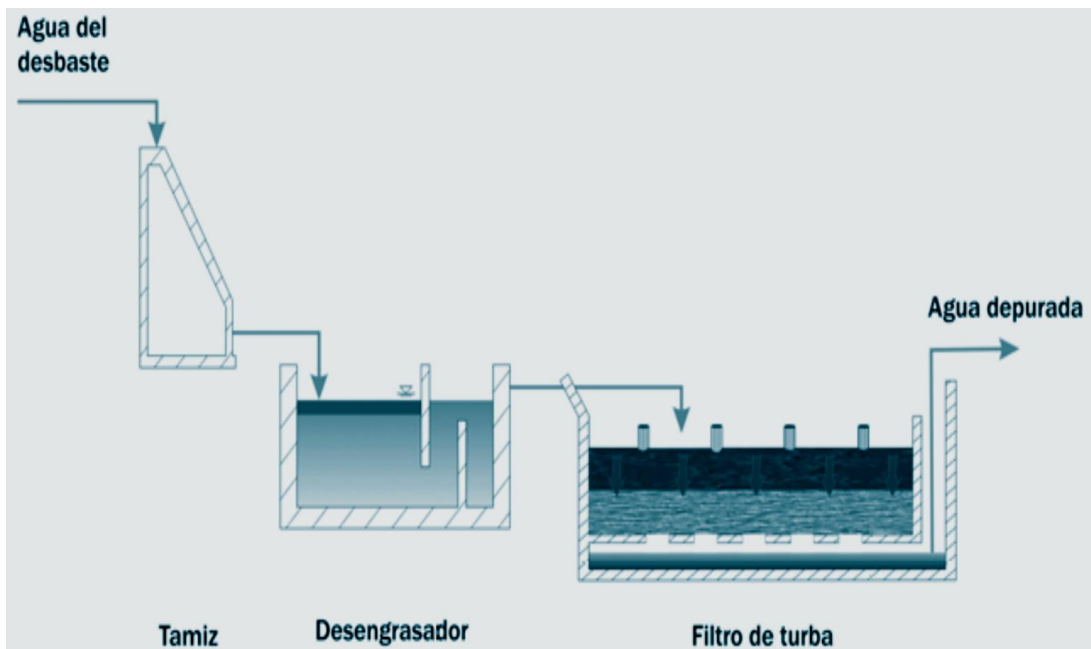
Constituyen un caso especial de bomba diseñada para operar con el motor y la carcasa de la bomba sumergidas en el fluido que está bombeado. Esto elimina la necesidad de un segundo pozo requerido para un sistema de pozo seco y la necesidad de un alojamiento para la bomba sobre el nivel del suelo. Esto permite que la estación de bombeo de elevación armonice mejor visualmente con el terreno circundante. (ALIANZA POR EL AGUA, 2010)

### **Bombas trituradoras**

Las Bombas Trituradoras son bombas sumergibles que se usan en los sistemas de drenaje presurizados. Esta es una alternativa al sistema de drenaje tradicional de

gravedad que data de los tiempos del Imperio Romano. Estas incorporan una cortadora de acero inoxidable endurecido para cortar en pedacitos los sólidos en el drenaje y crear un lodo. En áreas de baja densidad poblacional, o en áreas con terrenos particularmente difíciles, un sistema de drenaje presurizado es más económico de instalar que un sistema que se emplea por gravedad. (ALIANZA POR EL AGUA, 2010)

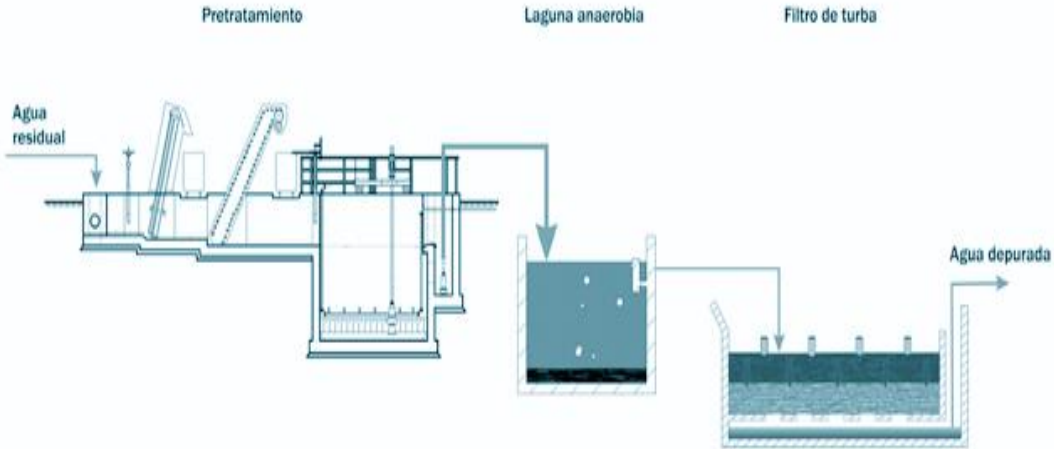
**Figura 11. Desbaste-tamizado-desengrasado-filtros de turba.**



Fuente: Aldana, 2008.

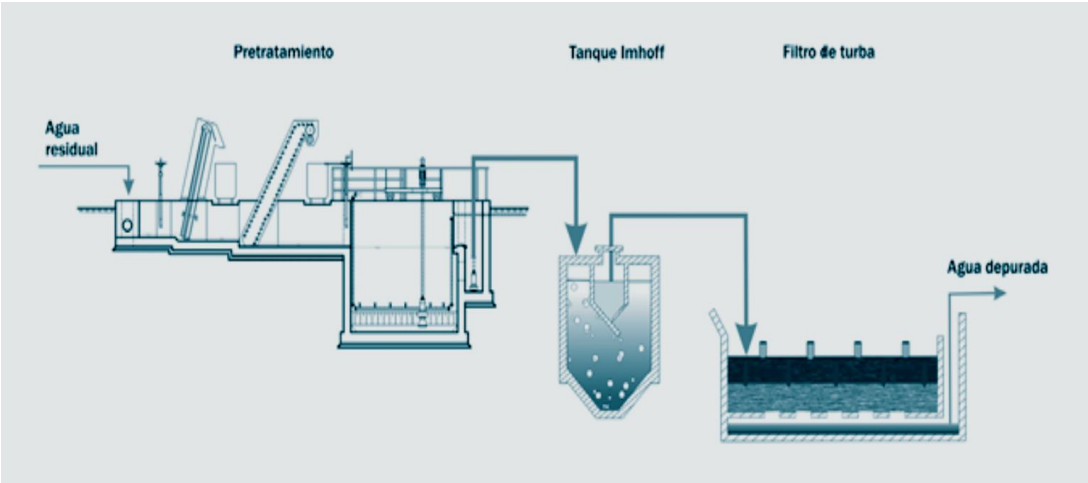


**Figura 12. Desbaste-lagunaje anaerobio-filtros de turba.**



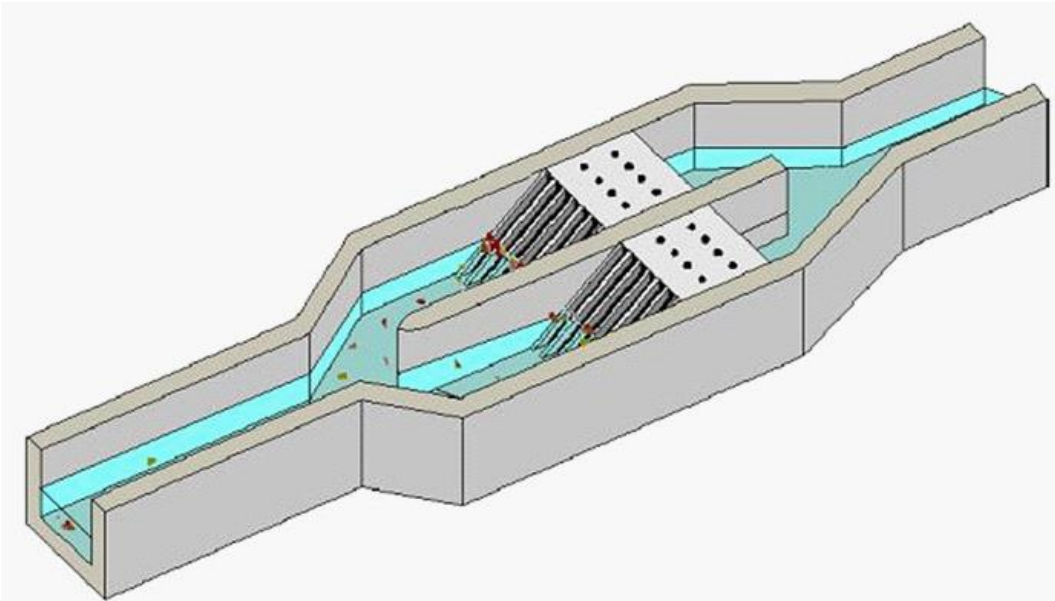
Fuente: Aldana 2008.

**Figura 13. Desbaste-tanque Imhoff (fosa séptica)-filtros de turba.**



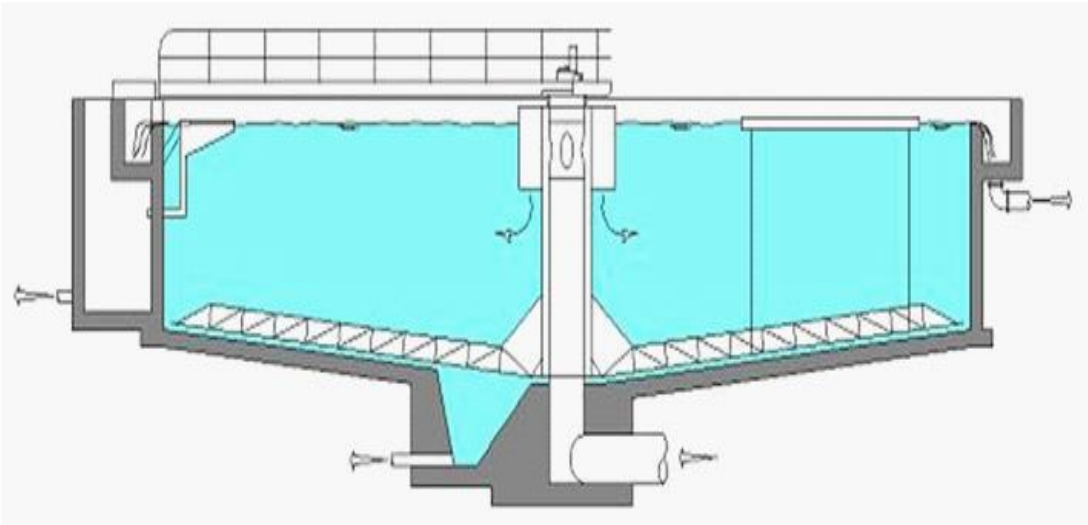
Fuente: Aldana, 2008.

**Figura 14. Área de cribas.**



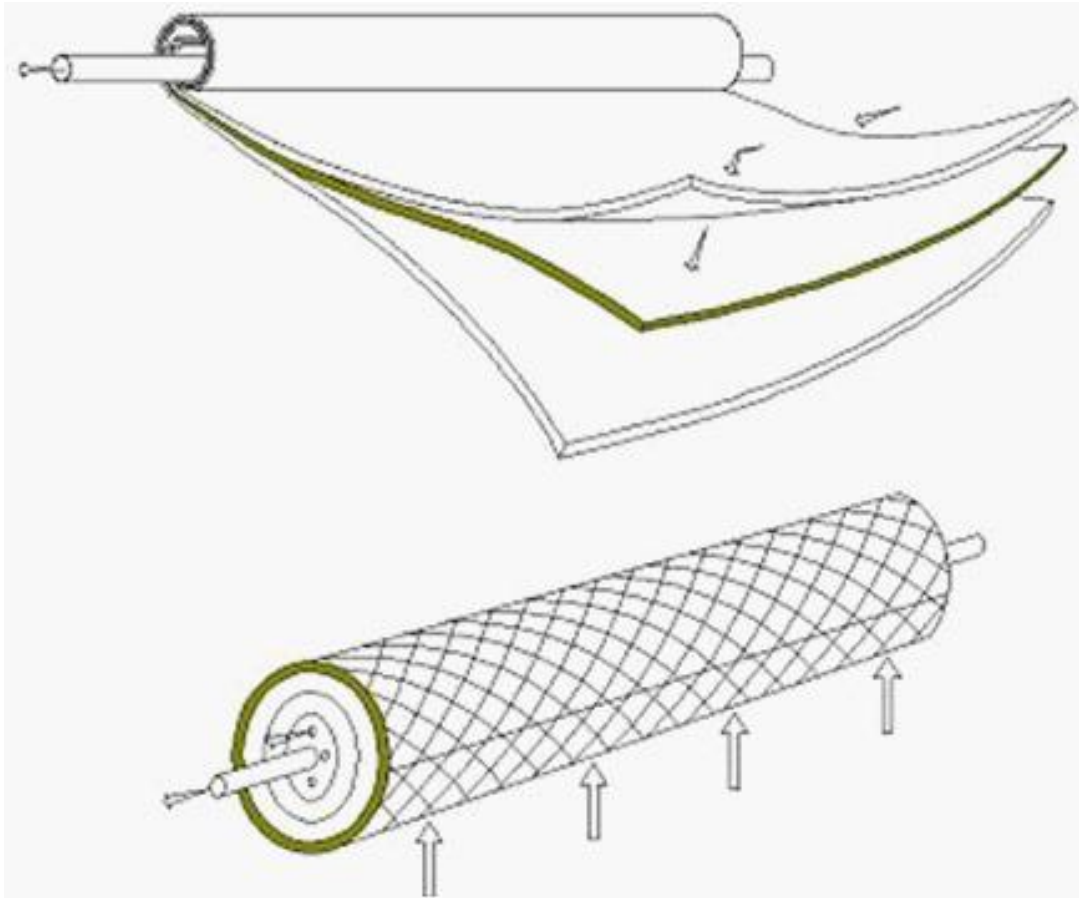
Fuente: Gramajo, 2014

**Figura 15. Tanque de sedimentación primaria.**



Fuente: Gramajo, 2014

**Figura 16. Mallas para tratamiento terciario.**



Fuente: Gramajo, 2014

## **II.9. Construcción de sistema de tratamiento para aguas residuales.**

### **II.9.1. Según sistema constructivo**

El éxito en la selección o diseño de un sistema (o planta) de tratamiento de aguas residuales radica en la simplicidad y economía del diseño y el sistema constructivo; de ahí la importancia de contar con sistemas de tratamiento de aguas residuales bien diseñados y de fácil manejo y construcción. Un sistema constructivo es el conjunto de materiales y componentes de diversa complejidad, combinados de manera racional

que enmarcados bajo ciertas técnicas, que permiten realizar las obras necesarias para el tratamiento de las aguas de tipo residual. (Gramajo, 2014)

### **Construidas en sitio**

Alternativo al uso de plantas compactas de tratamiento existe la posibilidad de construir una planta de tratamiento adecuada para algún lugar en específico. De acuerdo con el método y procesos de tratamiento en cada caso, se pueden utilizar los siguientes tipos de sistemas:

- Concreto armado convencional
- Muros de bloques de mampostería
- Lagunas de oxidación
- Canales de oxidación con aeración
- Torres en módulos prefabricados para espacios pequeños
- Plantas de manera unifamiliar.

### **Prefabricadas**

Actualmente se encuentran disponibles en el mercado plantas conocidas como plantas compactas, estas son plantas prefabricadas para el tratamiento de aguas residuales. Es frecuente el uso de plantas prefabricadas para el tratamiento de aguas residuales de origen doméstico, están disponibles para diferentes valores de caudales; si el dimensionamiento y el mantenimiento son adecuados estas plantas producen resultados satisfactorios. Las plantas de tratamiento prefabricadas producen efluentes de excelente calidad provenientes de aguas residuales de tipo industrial y doméstico. (Gramajo, 2014)

Las plantas de tratamiento de aguas residuales prefabricadas son sistemas de tratamiento que incluyen todas las unidades necesarias para que funcione; además de ser adecuadas para el tratamiento de diversos tipos de aguas residuales (domésticas, industriales); los tamaños de los tanques y caudales internos se diseñan en forma

personalizada para satisfacer los requerimientos de tratamiento del agua de tipo residual. (Gramajo, 2014)

El material de las mismas puede variar de acuerdo a los costos y disponibilidad, las más comunes en nuestro medio son de material plástico, fibra de vidrio reforzada, pvc, polietileno.

### **II.9.2. Según proceso**

La remoción de materia orgánica constituye uno de los objetivos del tratamiento de las aguas residuales, utilizándose en la mayoría de los casos procesos biológicos. El mecanismo más importante para la remoción de la materia orgánica presente en el agua residual es el metabolismo bacteriano. (Poz, 2013)

### **II.9.3. Según forma de funcionar**

El diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales se relaciona estrechamente con el lugar en el que se pretende instalar. La actual situación de escasez del recurso agua, requiere en la actualidad una gran cantidad de profesionales capaces de proyectar, construir, operar y mantener estas infraestructuras de vital importancia para la sociedad. (Poz, 2013)

#### **Sistema por gravedad**

Se dice por gravedad porque el agua circula por sí misma, desde el ingreso hasta su disposición final por medio de la red; no requieren ningún tipo de bombeo para que el agua llegue hasta su disposición final. La topografía debe ser adecuada para que el sistema de la planta funcione por gravedad. En estos sistemas la diferencia de nivel debe de ser tal que permita la conducción del caudal a pendientes y velocidades dentro de las normas establecidas. (Gramajo, 2014)

### **Sistema por energía**

En este tipo de sistemas la energía es necesaria para extraer, distribuir y tratar el agua usada y contaminada; como consecuencia de la estrecha relación entre agua y energía, el diseño y operación de los sistemas de agua y de aguas residuales, deben considerar aspectos energéticos. La necesidad de energía en los sistemas de tratamiento de aguas residuales se puede deber a las siguientes situaciones: (Gramajo, 2014)

Condiciones topográficas

Transporte y/o bombeo de aguas residuales

Elección de planta de lodos activados (equipos de aireación), lo cual puede deberse a la cercanía de viviendas o por el área reducida que se tiene para la ubicación de la planta para tratar las aguas de origen residual.

## **II.10. Mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales.**

### **II.10.1. Recolección y evacuación de aguas residuales**

Son procedimientos sanitarios que sirven para recolectar y transportar las aguas residuales a un lugar en el que no afecte a la salud de la población. Uno de estos procedimientos son los sistemas de alcantarillado sanitario. Un sistema de alcantarillado constituye un conjunto de tuberías, instalaciones y equipos destinados a recolectar y transportar aguas residuales a un sitio final de forma continua e higiénica mente segura. (VALLEDUPAR, 2012)

#### **Mantenimiento preventivo**

Es el mantenimiento que se realiza para conservar en buen estado las instalaciones y equipo de la planta; asegura su buen funcionamiento y alarga su vida útil. Consiste en la ejecución de rutinas de formas de trabajo a realizar con mayor o menor frecuencia para prevenir desperfectos. (VALLEDUPAR, 2012)

**Cuadro 1.** Mantenimiento a tuberías de distribución.

No.	Actividades	Frecuencia	Requerimientos
1	Inspeccionar el estado de las tuberías de distribución en la entrada de la planta para evitar obstrucciones en el sistema.	Diario	Operador
2	Retirar los sólidos que obstruyan el paso del agua residual.	Diario	Palas y Rastrillos
3	Mantenimiento y Limpieza de Tuberías.	Mensual	Tirabuzon
4	Verificar el estado de las compuertas de acceso a la planta de tratamiento.	Semanal	Operador
5	Lubricación de compuertas y accesorios.	Semestral	Lubricante

Fuente: VALLEDUPAR, 2012

**Cuadro 2.** Mantenimiento a rejas y rejillas manuales.

No.	Actividades	Frecuencia	Requerimientos
1	Limpieza manual de rejas y rejillas se retira el material suspendido.	Diario	Operador
2	Llevar los sólidos, basuras y material retirado a los lechos de secado.	Diario	Palas, Rastrillos, baldes y carretillas
3	Disponer los sólidos una vez secados para ser retirados por la empresa de aseo.	Semanal	Empresa de Aseo
4	Pintada de rejas y rejillas y accesorios.	Semestral	Anticorrosivo, pintura, brochas, cepillos para retiro de óxidos.

Fuente: VALLEDUPAR, 2012

**Cuadro 3.** Sistemas de desarenación.

No.	Actividades	Frecuencia	Requerimientos
1	Inspección del estado y funcionamiento de los desarenadores.	Diario	Operador
2	Verificación del grado de sedimentación.	Mensual	Operador
3	Lubricación de compuertas y accesorios.	Semestral	Lubricantes
4	Retiro de arena y sedimentos.	Anual	Maquinaria, palas, baldes y carretillas.

Fuente: VALLEDUPAR, 2012

**Cuadro 4.** Mantenimiento de lagunas de estabilización.

No.	Actividades	Frecuencia	Requerimientos
1	Inspección del estado y funcionamiento del sistema lagunar.	Diario	Operador
2	Remoción y retiro de natas, espumas, lodos y material flotante y disponerlos en las lagunas de secado de lodos.	Diario	Cucharones de mango largo, cuchara grande de malla metálica con mango largo, mangueras a chorro, carretillas, palas.
3	Remover y retirar la vegetación.	Diario	Rastrillos y cribas
4	Verificar en nivel de las lagunas.	Diario	Operador
5	Mantener los bordos, caminos de acceso y zonas adyacentes a la planta de tratamiento libres de maleza.	Diario	Podadoras, machetes, rastrillos, palas y picos.
6	Podar los taludes internos y externos.	Mensual	Podadoras.



7	Verificación del grado de sedimentación de las lagunas.	Semestral	Operador
8	Retiro de arena, lodos y sedimentos y depositarlos en las lagunas de secado de lodos.	Anual	Maquinaria, palas, baldes y carretillas.

Fuente: VALLEDUPAR, 2012

**Cuadro 5.** Mantenimiento de las lagunas de secado de lodos.

No.	Actividades	Frecuencia	Requerimientos
1	Inspección del estado de las lagunas de secado de lodos.	Diario	Operador
2	Depositar el material retirado de las lagunas anaeróbicas y cubrir con capas de cal.	Diario	Carretillas, palas y cal.
3	Retiro de material de las lagunas de secado de lodos al encontrarse en capacidad máxima, disposición al relleno sanitario.	Semestral	Retroexcavadora, volquetas y palas

Fuente: VALLEDUPAR, 2012

**Mantenimiento correctivo.**

Consiste en la reparación inmediata de cualquier daño que sufran los equipos o componentes del sistema de tratamiento de aguas residuales, lo cual ocasiona situaciones de emergencia.

El mantenimiento preventivo es de vital importancia para prevenir las fallas o daños en el sistema, en ocasiones se presentan los imprevistos donde y al suceder eso se

debe contar por las herramientas y el personal especializado para la reparación inmediata. (VALLEDUPAR, 2012)

### **Mantenimiento y explotación de una instalación de humedales artificiales**

A continuación, se describen las operaciones a llevar a cabo para la correcta explotación y mantenimiento de los diferentes elementos constitutivos de una estación depuradora basada en la tecnología de humedales artificiales. (Alda, 2009)

#### **II.10.2. Mantenimiento de los humedales artificiales**

##### **Humedales de flujo superficial**

Periódicamente, se procederá a la limpieza de los sistemas de distribución ubicados en cabecera de los canales. La frecuencia de esta operación la marcarán las condiciones operativas de cada situación concreta. (VALLEDUPAR, 2012)

Debe controlarse la posible aparición de mosquitos, ya que tienden a desarrollarse en aguas someras, como es el caso de esta modalidad de humedales. Las zonas con mayor riesgo para el desarrollo de estos insectos son los márgenes de los humedales, por lo que es recomendable que estos márgenes se encuentren desprovistos de vegetación, o que esté lo suficientemente dispersa para permitir el desarrollo de organismos depredadores de las larvas de mosquito. Otra medida paliativa pasa por construir los márgenes con una mayor inclinación (3/1 o más), para reducir las zonas potenciales de desarrollo de este tipo de insectos. (Villatoro, 2018)

En aquellos casos en que el objetivo básico de la implantación de los humedales sea la restauración de ecosistemas, el cosechado de la biomasa tan sólo es recomendable al estar presente un crecimiento excesivo que pueda llegar a impedir el buen funcionamiento hidráulico del humedal.

En este tipo de humedales, las operaciones de siega y retirada de la biomasa seca provocan la resuspensión de parte de la materia depositada en su fondo. (Ramos, 2008)

### **Humedales de flujo subsuperficial**

Periódicamente se procederá a la limpieza de los sistemas de distribución ubicados en cabecera de los canales. La frecuencia de esta operación la marcarán las condiciones operativas de cada situación concreta. Se evitará, en todo momento, la entrada a las instalaciones de la estación depuradora de animales que puedan emplear las especies vegetales implantadas como alimento. Se evitará, en lo posible, pisar el sustrato filtrante para impedir su compactación, lo que disminuiría su conductividad hidráulica. (Alda, 2009)

### **II.10.3. Actividades de operación y mantenimiento rutinarios**

Con la aportación de conocimiento, y la supervisión en área de campo de un ingeniero civil, el trabajo estipulado en una rutina sobre la operación y mantenimiento de una planta de tratamiento esta debe de realizarse ejercido por una persona capaz ya sea un operador con cierto grado de escolaridad que le permita asimilar algunos conceptos fundamentales que rigen el tratamiento de aguas residuales. Entre las actividades rutinarias que debe realizar el operador están:

Remover la arena que se retiene en los desarenadores y hacerles mantenimiento en general.

Remover las natas, espumas, grasas y aceites que se acumulen en la parte superior del tanque de aireación y clarificador secundario con la utilización de un cedazo. Estos materiales deben almacenarse y disponerse adecuadamente para evitar los malos olores producto de su descomposición.

Recoger las muestras del afluente y el efluente al ser necesario. Para esta actividad debe seguir el procedimiento de manera puntual o compuesta.

Realizar la evacuación de lodos del clarificador secundario a los espesadores cada vez que se requiera. Realizar el lavado con agua limpia de los filtros a presión en cada turno.

Controlar la recirculación de lodos desde el clarificador secundario al tanque de aireación.

Controlar el nivel de los lodos en los clarificadores secundarios para que no sean arrastrados con el efluente. Realizar mediciones diarias de pH, temperatura, caudal, sólidos sedimentables en cono Imhoff diariamente, con el fin de controlarlos en los niveles requeridos para el tratamiento.

#### **II.10.4. Herramientas de trabajo**

Para que el operador pueda adelantar eficientemente su trabajo, además de los equipos, materiales y vidriería básica de laboratorio debe contar con algunas herramientas que faciliten su labor rutinaria de mantenimiento, entre las cuales están:

Cedazo para recolección de natas: Se construirá con una vara de aproximadamente 1.5 m que tendrá sujeto en el extremo un recipiente plástico con perforaciones para que el líquido pase y los sólidos se puedan quedar en el recipiente.

Caneca de plástico o metálica para depositar natas. Pala, Carretilla, Manguera con boquilla de salida a presión para limpieza de las instalaciones, para los recipientes para almacenamiento de sólidos, que pueden ser canecas plásticas o canecas metálicas de 55 gl cortadas a la mitad estas deben de tener un sostén a los lados. Guantes, Tapabocas, dicho botiquín con los elementos ya mencionados, Jabón y toallas de papel.

### **III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Se realizó la investigación en barrio Moxpim, Tukurú, Alta Verapaz con el propósito de comprobar la hipótesis, ya que las boletas de investigación se generaron a dos clases de población las cuales son:

La primera población consiste 164 habitantes, se realizó un cálculo de tamaño de muestra con un 90% de nivel de confianza y el 10% de error de muestra, dicha población es de 55, a los cuales se le giraron la boleta de investigación para la comprobación del efecto general o la variable dependiente (Y), y el diagnóstico de la problemática.

La segunda población consiste en 7 técnicos de la Dirección Municipal de Planificación y Oficina de Servicios Públicos de la Municipalidad de San Miguel Tukurú, Alta Verapaz, a los cuales se le encuestó a la totalidad, con la técnica del censo, esta ayuda a la investigación para la comprobación de la causa principal (Variable independiente o X).

Los resultados de las encuestas fueron tabulados, gráficas y analizadas para poder comprobar la hipótesis planteada: “El alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tukurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años por la contaminación del río Moxpim; es debido a la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales”.

De la gráfica 1 a la 5 son para la comprobación del efecto y de la 6 a la 11 para la comprobación de la causa.

### III.1. Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente (Y) o el efecto.

**Cuadro 6.**

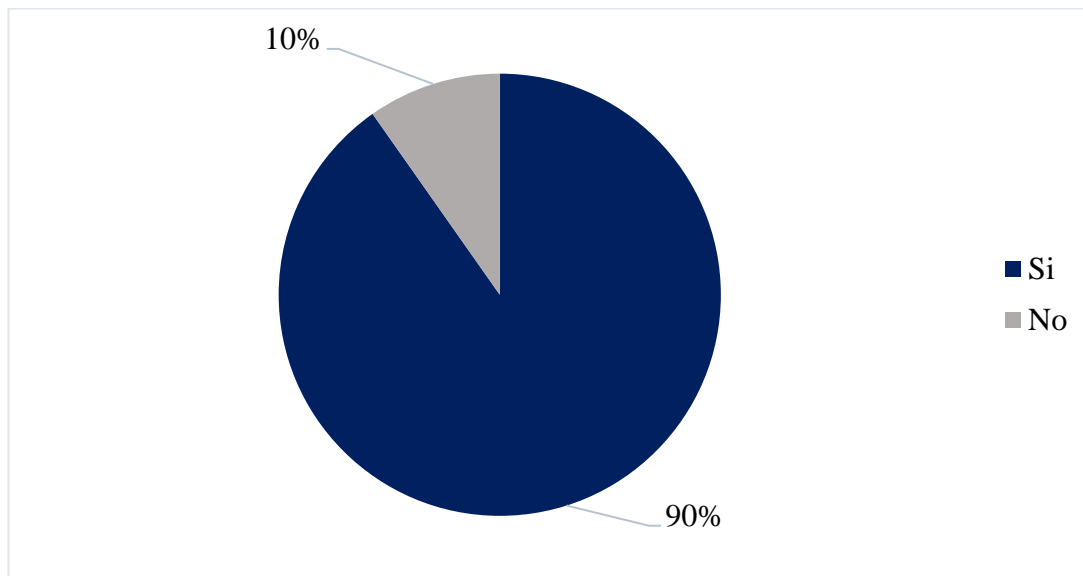
Habitantes que han tenido síntomas de enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim.

Respuestas	Cantidad de habitantes	Valor relativo (%)
<b>Sí</b>	50	90
<b>No</b>	5	10
<b>TOTA</b>	<b>55</b>	<b>100</b>

Fuente: Habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Gráfica 1.**

Habitantes que han tenido síntomas de enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim.



Fuente: Habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

Análisis: Los habitantes del barrio Moxpim, un alto porcentaje han tenido síntomas de enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim, por lo cual se ayuda a la comprobación del efecto.

**Cuadro 7.**

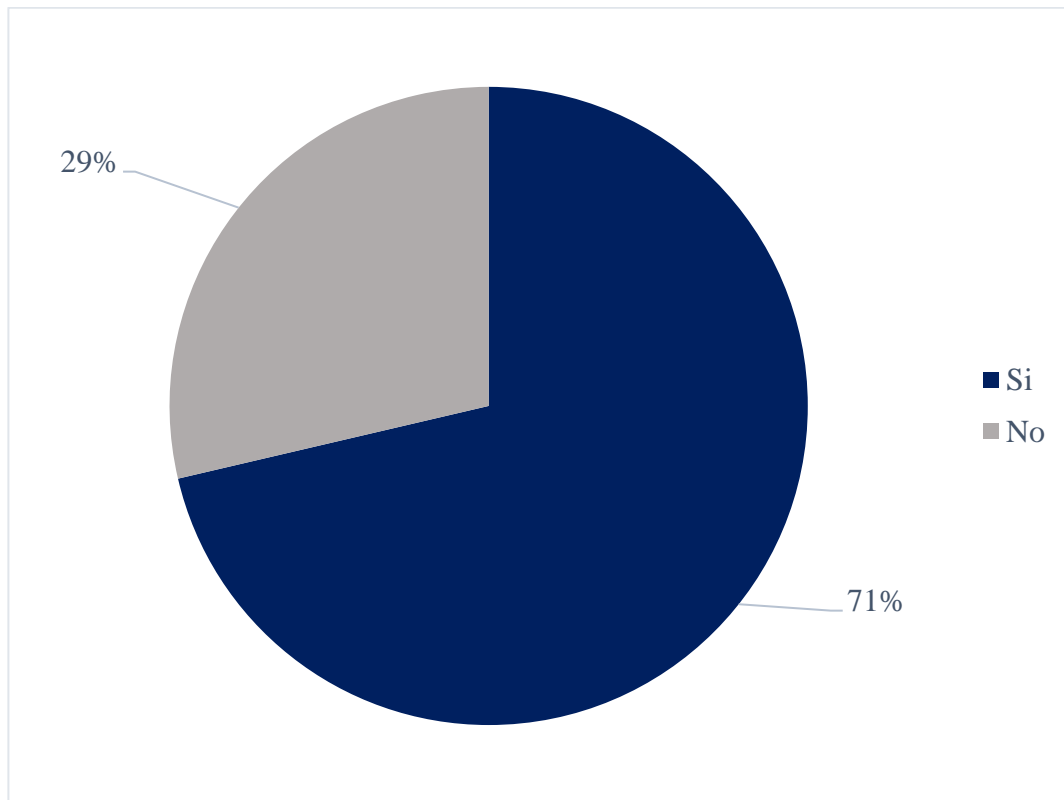
Habitantes que utilizan el rio como medio de abastecimiento de agua.

Respuestas	Número de habitantes	Valor relativo (%)
Sí	39	71
No	16	29
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>100</b>

Fuente: Habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Gráfica 2.**

Habitantes que utilizan el rio como medio de abastecimiento de agua.



Fuente: Habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

Análisis: Dos tercios de los habitantes del barrio Moxpim, utiliza el rio como medio de abastecimiento de agua ya que no existen otras fuentes de agua en el lugar de estudio, por tanto, esto apoya a la validación del efecto.

### Cuadro 8.

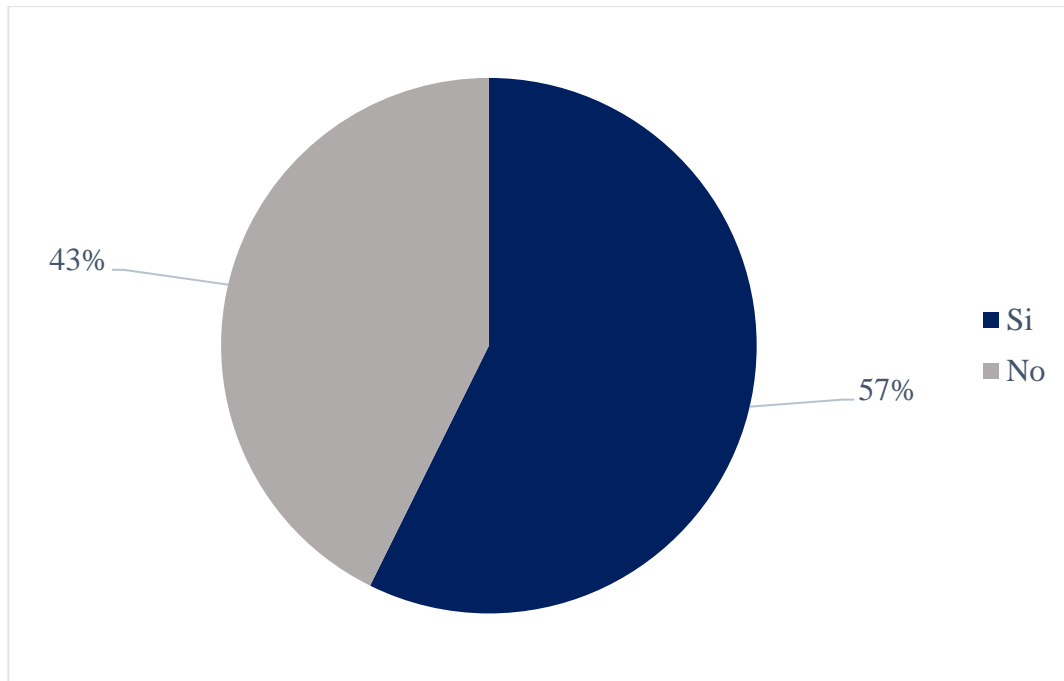
Habitantes que conocen de casos de enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim

Respuestas	Número de habitantes	Valor relativo (%)
<b>Sí</b>	31	57
<b>No</b>	24	43
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>100</b>

Fuente: Habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

### Gráfica 3.

Habitantes que conocen de casos de enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim



Fuente: Habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

Análisis: Los habitantes del barrio Moxpim, más de la mitad conoce de casos de enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim, la información coopera a la comprobación del efecto.



### Cuadro 9.

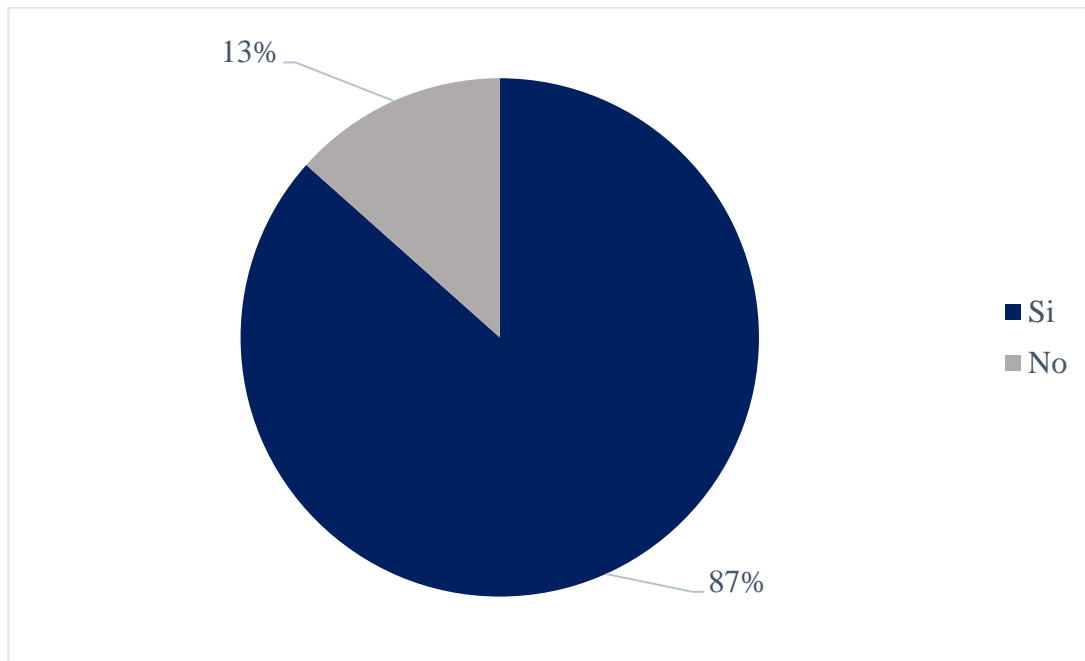
Habitantes que consideran que la propagación de enfermedades en el barrio, se da por la utilización de agua del rio Moxpim.

Respuestas	Número de habitantes	Valor relativo (%)
<b>Sí</b>	48	87
<b>No</b>	7	13
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>100</b>

Fuente: Datos obtenidos de los habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

### Gráfica 4.

Habitantes que consideran que la propagación de enfermedades en el barrio se da por la utilización de agua del rio Moxpim.



Fuente: Datos obtenidos de los habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

Análisis: Un alto porcentaje de los habitantes del barrio Moxpim, considera que la propagación de enfermedades en el barrio se da por la utilización de agua del rio Moxpim, esta información aporta a la comprobación del efecto.

**Cuadro 10.**

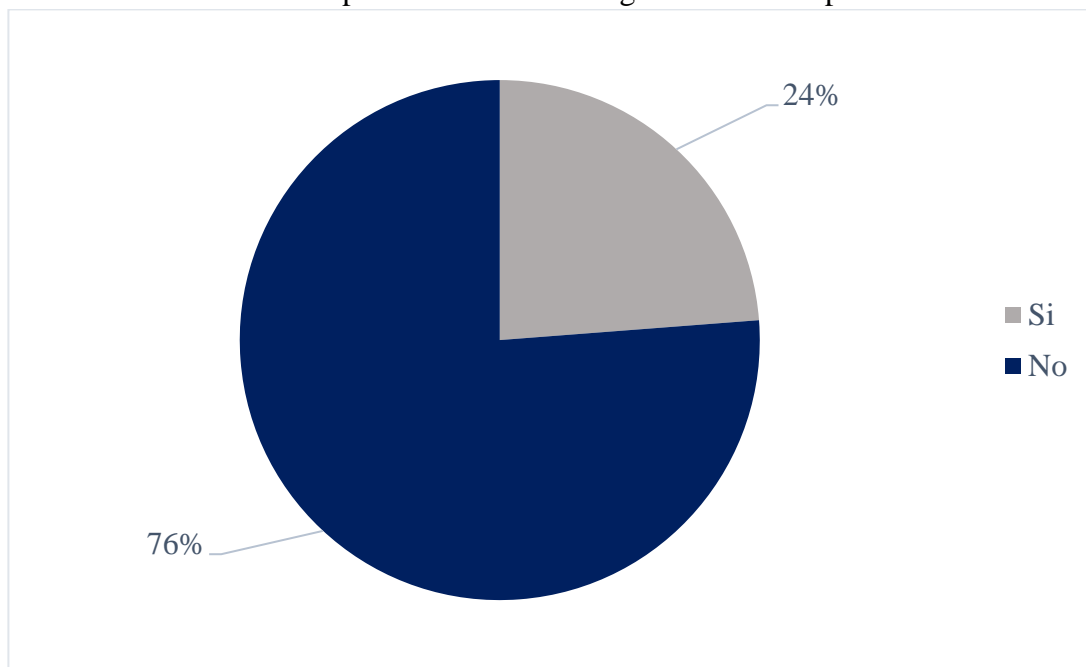
Habitantes que han recibido orientación sobre como disminuir las enfermedades causadas por la utilización de agua del rio Moxpim.

<b>Respuestas</b>	<b>Número de habitantes</b>	<b>Valor relativo (%)</b>
<b>Sí</b>	13	24
<b>No</b>	42	76
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos obtenidos de los habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Gráfica 5.**

Habitantes que han recibido orientación sobre como disminuir las enfermedades causadas por la utilización de agua del rio Moxpim.



**Fuente:** Datos obtenidos de los habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Análisis:** Los habitantes del barrio Moxpim, más de la mitad, no han recibido orientación sobre como disminuir las enfermedades causadas por la utilización de agua del rio Moxpim., por lo cual contribuye a la comprobación del efecto.

**III.2. Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente (X) o la causa.**

**Cuadro 11.**

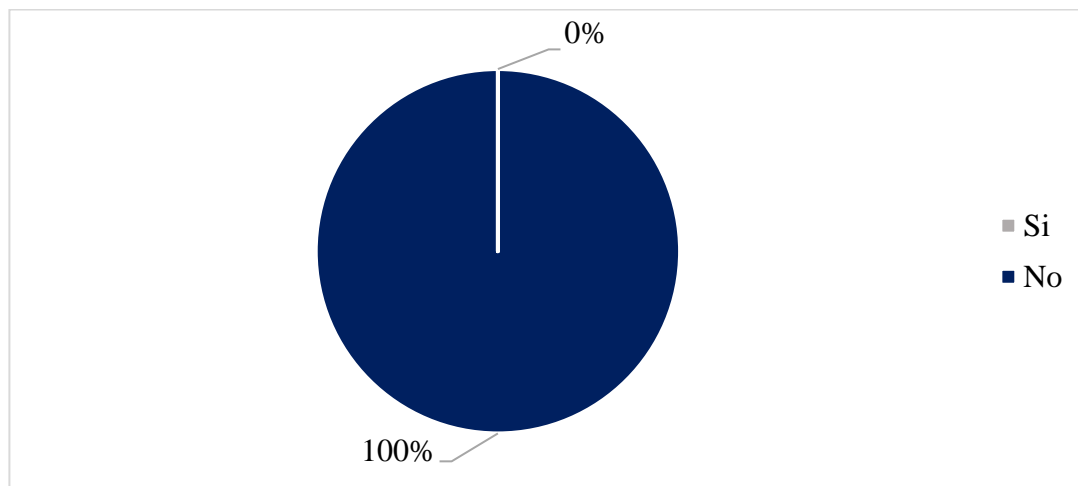
Técnicos que afirman contar con algún proyecto de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim.

<b>Respuestas</b>	<b>Cantidad de Técnicos</b>	<b>Valor relativo (%)</b>
<b>Sí</b>	0	0
<b>No</b>	7	100
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Técnicos de la Dirección de Planificación y Oficina de Servicio Públicos de la Municipalidad de, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Gráfica 6.**

Técnicos que afirman contar con algún proyecto de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim.



**Fuente:** Técnicos de la Dirección de Planificación y Oficina de Servicio Públicos de la Municipalidad de, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Análisis:** La totalidad de los técnicos afirma no contar con algún proyecto de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim, por lo cual coopera a la confirmación de la causa.

**Cuadro 12.**

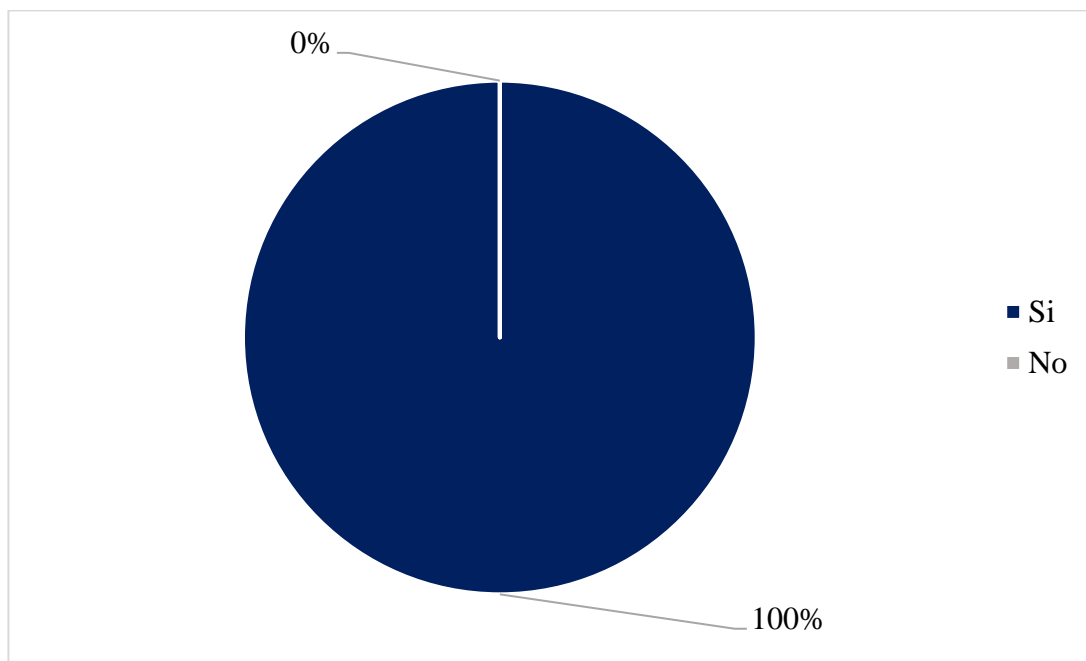
Técnicos de considera importante crear el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales en barrio Moxpim.

<b>Respuestas</b>	<b>Cantidad de Técnicos</b>	<b>Valor relativo (%)</b>
<b>Sí</b>	7	100
<b>No</b>	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos obtenidos de técnicos de la Dirección de Planificación y Oficina de Servicio Públicos de la Municipalidad de, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Gráfica 7.**

Técnicos de considera importante crear el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales en barrio Moxpim.



**Fuente:** Datos obtenidos de técnicos de la Dirección de Planificación y Oficina de Servicio Públicos de la Municipalidad de, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Análisis:** Los técnicos de planificación y servicios públicos en su totalidad, considera importante crear el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales en barrio Moxpim, con ello se ayuda a la confirmación de la causa.

**Cuadro 13.**

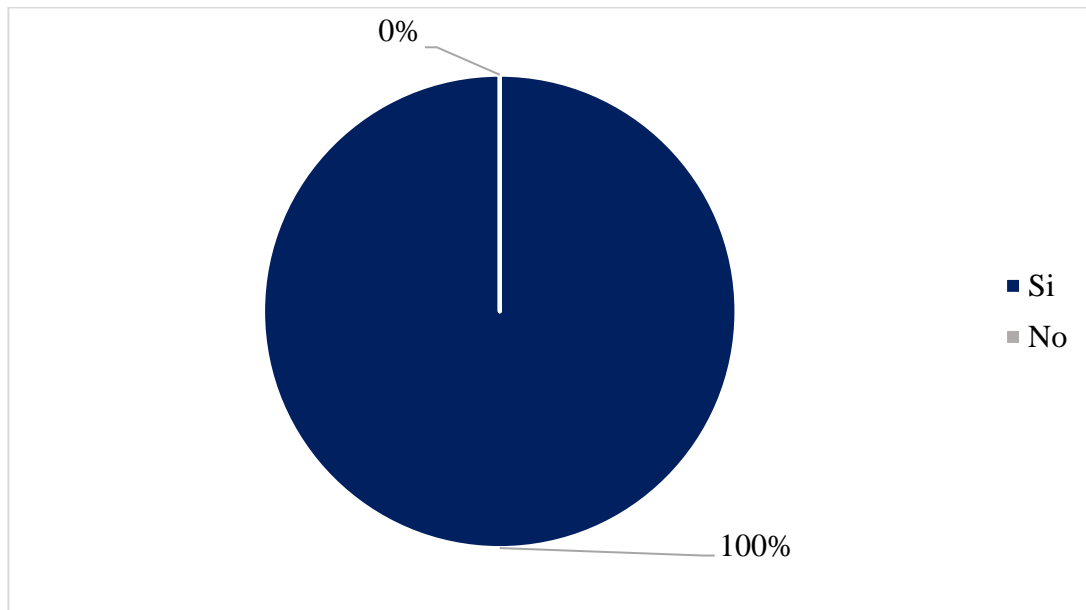
Técnicos que afirman haber gestionado ante alguna institución el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales para el Barrio Moxpim.

Respuestas	Cantidad de Técnicos	Valor relativo (%)
<b>Sí</b>	7	100
<b>No</b>	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos obtenidos de técnicos de la Dirección de Planificación y Oficina de Servicio Públicos de la Municipalidad de, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Gráfica 8.**

Técnicos que afirman haber gestionado ante alguna institución el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales para el Barrio Moxpim.



**Fuente:** Datos obtenidos de técnicos de la Dirección de Planificación y Oficina de Servicio Públicos de la Municipalidad de, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Análisis:** Los técnicos de planificación y servicios públicos en su totalidad afirman haber gestionado ante alguna institución gubernamental o no gubernamental el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales para el Barrio Moxpim, esto aporta a la confirmación de la causa.

**Cuadro 14.**

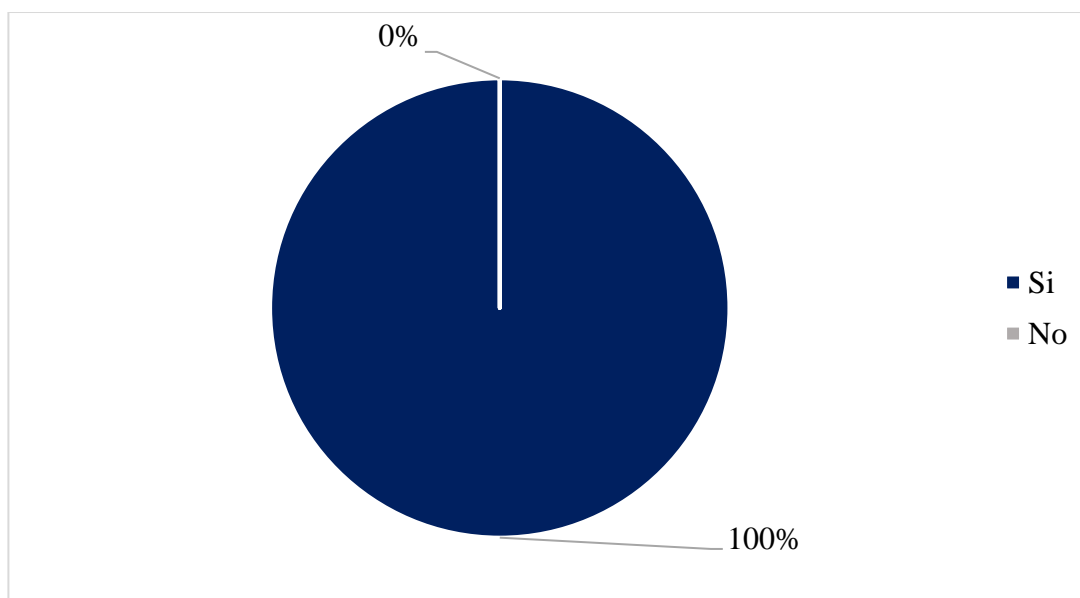
Técnicos que afirman encontrarse en proceso alguna medida relacionada a cubrir el servicio de planta de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim.

Respuestas	Cantidad de Técnicos	Valor relativo (%)
<b>Sí</b>	7	100
<b>No</b>	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos obtenidos de técnicos de la Dirección de Planificación y Oficina de Servicio Públicos de la Municipalidad de, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Gráfica 9.**

Técnicos que afirman encontrarse en proceso alguna medida relacionada a cubrir el servicio de planta de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim.



**Fuente:** Datos obtenidos de técnicos de la Dirección de Planificación y Oficina de Servicio Públicos de la Municipalidad de, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Análisis:** Los técnicos de planificación y servicios públicos todos afirman estar en proceso alguna medida relacionada a cubrir el servicio de planta de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim, por lo cual contribuye a la confirmación de la causa.

### Cuadro 15.

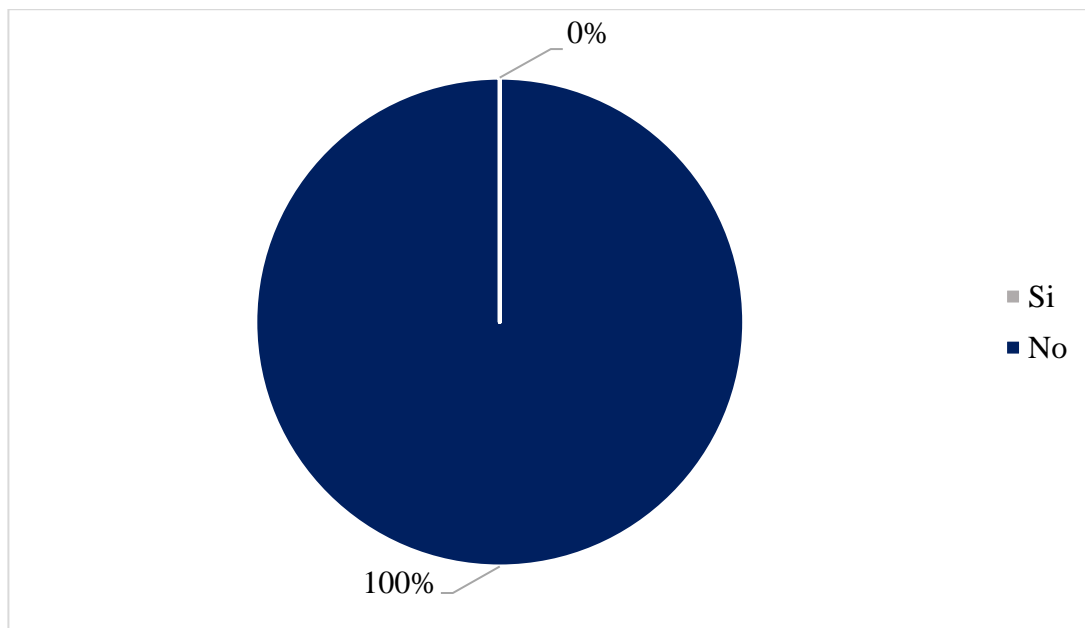
Técnicos que creen que se cuenta con algún plan financiero para proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales

Respuestas	Cantidad de Técnicos	Valor relativo (%)
<b>Sí</b>	0	0
<b>No</b>	7	100
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos obtenidos de técnicos de la Dirección de Planificación y Oficina de Servicio Públicos de la Municipalidad de, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

### Gráfica 10.

Técnicos que creen que se cuenta con algún plan financiero para proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales



**Fuente:** Datos obtenidos de técnicos de la Dirección de Planificación y Oficina de Servicio Públicos de la Municipalidad de, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Análisis:** Los técnicos de planificación y servicios públicos en su totalidad creen que no se cuenta con algún plan financiero para proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales, la información colabora a la comprobación de la causa.

**Cuadro 16.**

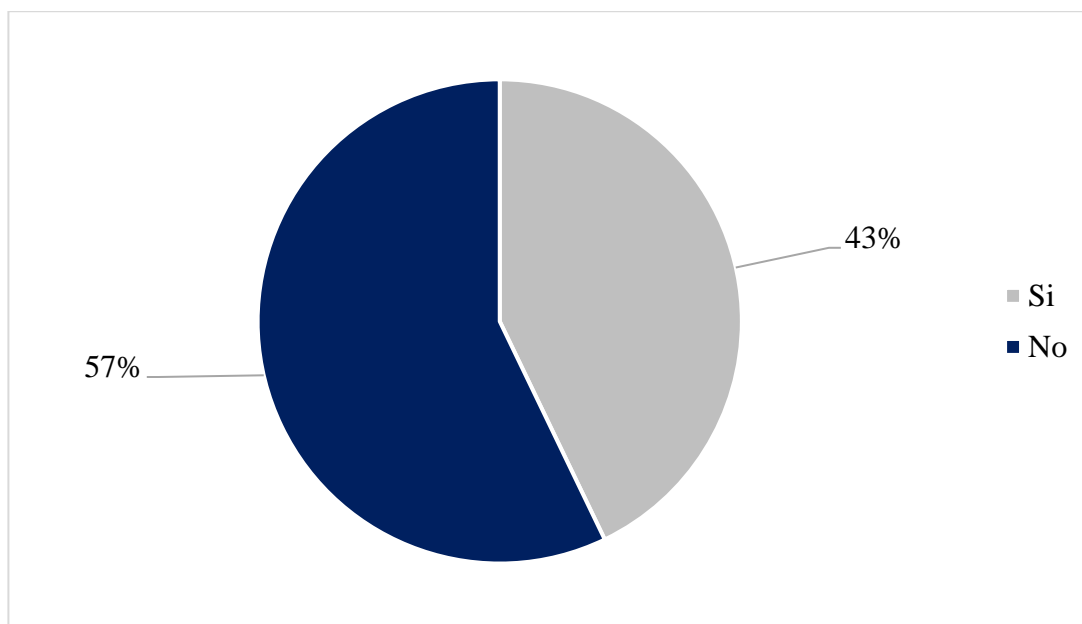
Técnicos que creen que se ha concientizado a la población sobre la importancia de las plantas de tratamiento de aguas residuales

Respuesta	Cantidad de Técnicos	Valor relativo (%)
<b>Sí</b>	3	43
<b>No</b>	4	57
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos obtenidos de técnicos de la Dirección de Planificación y Oficina de Servicio Públicos de la Municipalidad de, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Gráfica 11.**

Técnicos que creen que se ha concientizado a la población sobre la importancia de las plantas de tratamiento de aguas residuales



**Fuente:** Datos obtenidos de técnicos de la Dirección de Planificación y Oficina de Servicio Públicos de la Municipalidad de, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, mayo de 2019.

**Análisis:** Los técnicos de planificación y servicios públicos más de la mitad creen que no se ha concientizado a la población sobre la importancia de las plantas de tratamiento de aguas residuales, esto aporta a la confirmación de la causa.



#### **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

La investigación se realizó en el barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz sobre el proyecto de propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales.

##### **IV.1. Conclusiones**

1. Se comprueba la hipótesis siguiente: “El alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años por la contaminación del río Moxpim; es debido a la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales”. Con 90% nivel de confianza y 10% de error de muestreo para la variable dependiente y el 100% de nivel de confianza y el 0% de error para la variable independiente.
2. Los habitantes han tenido síntomas de enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim.
3. Los habitantes utilizan el río como medio de abastecimiento de agua debido a que no existe ninguna otra fuente de agua.
4. Existen casos de enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim, las cuales son enfermedades gastrointestinales.
5. La propagación de enfermedades en el barrio se da por la utilización de agua del río Moxpim.
6. No se ha dado orientación sobre como disminuir las enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim.

7. No se cuenta con la propuesta de diseño del proyecto de construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales.
8. Es importante la creación de un proyecto de tratamiento de aguas residuales en el barrio Moxpim, ya que permitirá la reducción de morbilidad del municipio.
9. Se han gestionado ante instituciones gubernamentales y no gubernamentales el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales del barrio Moxpim.
10. La Dirección Municipal de Planificación tiene en proceso la documentación para la gestión del proyecto, de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales.
11. Las autoridades locales no cuentan con un plan financiero para proyectos de plantas de tratamientos, debido a la poca recaudación en arbitrios municipales.
12. No se ha concientizado a la mayoría de la población sobre la importancia de las plantas de tratamiento.

#### **IV.2. Recomendaciones**

1. Implementar el proyecto sobre la Propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.
2. Ejecutar el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales en barrio Moxpim.
3. Considerar la utilización de otro medio de abastecimiento de agua.

4. Informar a través de las instituciones de salud sobre los síntomas de las enfermedades transmitidas por el agua contaminada.
5. Instruir a los habitantes que no deben consumir directamente el agua del río Moxpim debido a su contaminación.
6. Implementar jornadas de información sobre las enfermedades causadas por el agua contaminada.
7. Crear perfil de anteproyecto para la implementación del proyecto de planta de tratamiento en barrio Moxpim.
8. Gestionar ante entidades públicas y privadas el proyecto.
9. Capacitar al personal para formular proyectos de infraestructura.
10. Cubrir la demanda en servicios públicos vitales a la población
11. Establecer un plan financiero de tal forma que se apoye el proyecto de plantas de tratamiento.
12. Implementar una jornada de concientización a la población sobre la importancia de las plantas de tratamiento, en el tema de contaminación de ríos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. AGUA, C. N. (2007). MANUAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.
2. Alda, M. J. (2009).Contaminacion del agua. Barcelona.
3. ALIANZA POR EL AGUA. (2010). MANUAL DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES. Guatemala: Arpirelieve.
4. diversidad, C. s. (2010). Guia de buenas practicas.
5. Gramajo, J. C. (2014).COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS. Guatemala.
6. Hogar, R. (2009). Morbilidad por rios contaminados. Hogar.
7. Martinez, F. C. (2010).Control Inicial en la Descarga de Aguas Residuales. México.
8. OMS. (2016). Agua Rural. Sanamiento.
9. Poz, A. d. (2013). Operacionde aguas residuales Guatemala. Guatemala.
10. Ramos, D. S. (2008). Calidad de Aguas.
11. Salud, O. M. (2004). Morbilidad por contaminacion del agua.
12. Salud, S. P. (2002). Contaminacion del agua.
13. Sanitaria, I. (2018). Apuntes de Drenajes.
14. UNESCO. (2008). Sanamiento: un imperativo de derechos humanos. 19.
15. VALLEDUPAR, C. (2012). MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE.
16. Villatoro, G. A. (2018). Formulacion de un plan para Aguas Residuales.

## ANEXOS

### Anexo 1. Modelo de investigación y proyectos: Dominó

F-30-07-2019-01

#### Modelo De Investigación y Proyectos: Dominó

*(Derechos reservados por Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala)*

**Elaborado por:** Byron Isem Chiquin

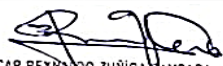
**Para:** Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala

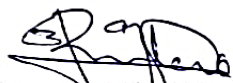
**Fecha:** 05/10/2022

**Carne:** 14-059-0025

**Carrera:** Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales

**Código:** 02-053-059-18

Problema	Propuesta	Evaluación
<b>1) Efecto o variable dependiente</b> Alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tukurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años.	<b>4) Objetivo general</b> Reducir el índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tukurú, Alta Verapaz.	<b>15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general</b> <b>Indicadores:</b> Al quinto año después de la implementación de la propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento, se reduce el índice de morbilidad en un 80%. <b>Verificadores:</b> Entrevistas, reportes del Ministerio de Salud. <b>Cooperantes o Supuestos:</b> La Municipalidad y habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tukurú, Alta Verapaz, apoyan en implementación de la propuesta.
<b>2) Problema central</b> Contaminación del río Moxpim, por descargas de aguas residuales del barrio Moxpim, San Miguel Tukurú, Alta Verapaz.	<b>5) Objetivo específico</b> Disminuir la contaminación del río Moxpim, por descargas de aguas residuales del barrio Moxpim, San Miguel Tukurú, Alta Verapaz.	
<b>3) Causa principal o variable independiente</b> Falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tukurú, Alta Verapaz.	<b>6) Nombre</b> Propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tukurú, Alta Verapaz.	<b>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico</b> <b>Indicadores:</b> Al cuarto año después de la implementación de la propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento, se disminuye la contaminación en un 80%. <b>Verificadores:</b> Encuestas, entrevista, fotografías, informes de finalización de la obra, visitas de campo. <b>Cooperantes o Supuestos:</b> La Municipalidad y habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tukurú, Alta Verapaz, apoyan en implementación de la propuesta.
<b>7) Hipótesis</b> "El alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tukurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años por la contaminación del río Moxpim; es debido a la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales".  ¿Es la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales por la contaminación del río Moxpim, la causante del alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tukurú, Alta Verapaz; durante los últimos 5 años?	<b>12) Resultados o productos</b> * Se cuenta con la unidad ejecutora. * Se dispone de la propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales. * Se dispone del programa de capacitación al personal de mantenimiento.	
<b>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</b> 1. ¿Ha tenido síntomas de enfermedades causadas por la utilización de agua del río Moxpim? Sí _____ No _____ 2. ¿Utiliza el río como medio de abastecimiento de agua? Sí _____ No _____	<b>13) Ajuste de costos y tiempo (por separado)</b> (No aplica)	 OSCAR REYNALDO ZUÑIGA TAMBARA INGENIERO AMBIENTAL MAGISTER IN SCIENTIIS EN INVESTIGACIÓN CON ÉNFASIS EN PROYECTOS COLEGIADO 4277

<p>Será dirigida a los habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz; de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error de muestreo, por el sistema de población finita cualitativa.</p>															
<p><b>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</b></p> <p>1. ¿Cuenta con algún proyecto de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim? Sí _____ No _____</p> <p>2. ¿Considera importante crear el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales en barrio Moxpim? Sí _____ No _____</p> <p>Será dirigida al personal técnico de la Dirección Municipal de Planificación y la Oficina de Servicios Públicos, de la Municipalidad de San Miguel Tucurú, Alta Verapaz; mediante un censo.</p>	<p><b>14) Anotaciones, Aclaraciones y advertencias</b></p> <p>Forma de presentar resultados: El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades: R1: Se cuenta con la unidad ejecutora. A1 An</p> <p>R2: Se dispone de la propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales. A1 An</p> <p>R3: Se dispone del programa de capacitación al personal de mantenimiento. A1 An</p>														
<p><b>10) Temas del Marco Teórico</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Morbilidad a causa de la contaminación de ríos.</li> <li>Contaminación de los ríos.</li> <li>Aguas residuales.</li> <li>Descargas de aguas residuales.</li> <li>Importancia del tratamiento de aguas residuales.</li> <li>Situación actual del tratamiento de aguas residuales en Guatemala.</li> <li>Tipos de sistema de tratamiento de aguas residuales.</li> <li>Planificación y diseño de sistema de tratamientos de aguas residuales.</li> <li>Construcción de sistema de tratamiento para aguas residuales.</li> <li>Mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales.</li> </ol>	<p>*Utilizar la tabla de contenidos por orden para elaborar la tesis. *Utilizar normas APA sexta edición para citas, y bibliografía. *No utilizar gerundios. *No sobre uso de mayúsculas. *Redactar en tercera persona. *Puede utilizar la biblioteca virtual que está en la página de la Universidad. *Puede utilizar el modelo para elaborar la metodología que está en la página de la Universidad. *Desde introducción hasta recomendaciones del tomo 1, debe haber mínimo 75 páginas.</p> <div style="text-align: right;">   <small>OSCAR REYNALDO ZÚNIGA CAMBARÁ INGENIERO AMBIENTAL REGISTRO DE CIENCIAS E INVESTIGACIÓN CON ÉNFASIS EN PROYECTOS COLEGIADO 4277</small> </div>														
<p><b>11) Justificación:</b> El investigador evidenciará con métodos estadísticos y matemáticos sobre el alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años; así como la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.</p>	<table border="1" data-bbox="898 1052 1829 1203"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Carné</th> <th>Estudiante</th> <th>Carrera</th> <th>Sede</th> <th>Celular</th> <th>Correo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>02-053-059-18</td> <td>14-059-0025</td> <td>Byron Isem Chiquin</td> <td>Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales</td> <td>059 Coban</td> <td>4056-2827</td> <td>140590025@urur.al.edu.gt</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Carné	Estudiante	Carrera	Sede	Celular	Correo	02-053-059-18	14-059-0025	Byron Isem Chiquin	Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales	059 Coban	4056-2827	140590025@urur.al.edu.gt
Código	Carné	Estudiante	Carrera	Sede	Celular	Correo									
02-053-059-18	14-059-0025	Byron Isem Chiquin	Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales	059 Coban	4056-2827	140590025@urur.al.edu.gt									

## Anexo 2. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

### Árbol de problemas

**Tópico:** Contaminación del río Moxpim

Efecto o consecuencia general  
(Variable dependiente) →

Alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años.

Problema central o clave  
(Causa intermedia) →

Contaminación del río Moxpim, por descargas de aguas residuales del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

Causa principal  
(Variable independiente) →

Falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

### Hipótesis:

“El alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años por la contaminación del río Moxpim; es debido a la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales”.

¿Es la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales por la contaminación del río Moxpim, la causante del alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz; durante los últimos 5 años?

### Árbol de objetivos

Fin u objeto general



Reducir el índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

Objetivo específico



Disminuir la contaminación del río Moxpim, por descargas de aguas residuales del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

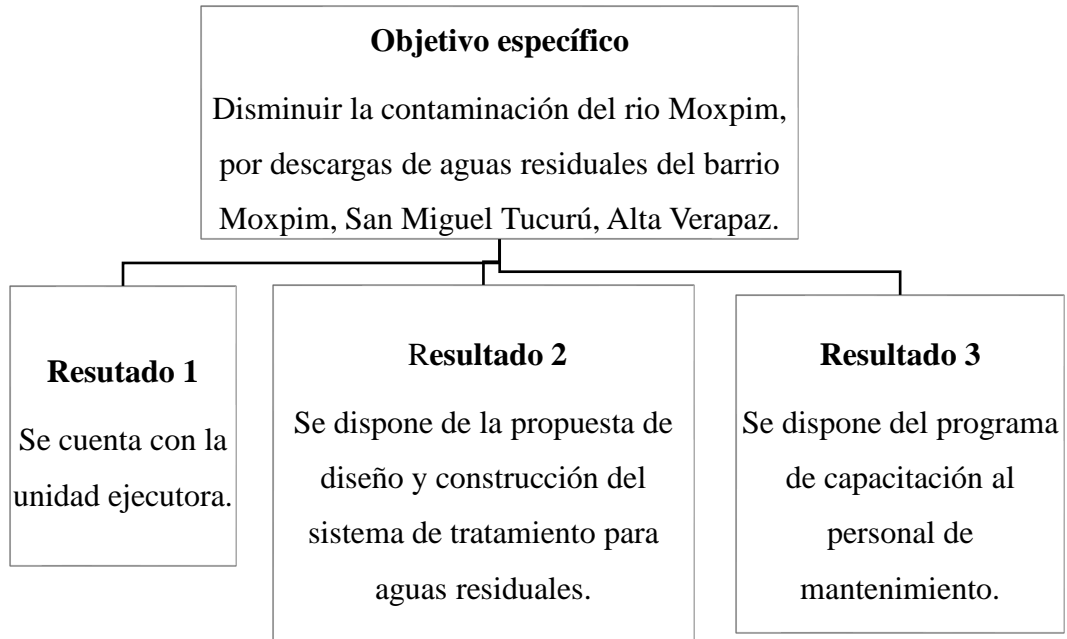
Medio



Propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.



**Anexo 3. Diagrama del medio de solución de la problemática.**



**Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general.**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: **“Alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años.”**

Esta boleta está dirigida a los habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz; de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error de muestreo, por el sistema de población finita cualitativa.

**Instrucciones:** A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder marcando con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Ha tenido síntomas de enfermedades causadas por la utilización de agua del rio Moxpim?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

2. ¿Utiliza el rio como medio de abastecimiento de agua?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

1. ¿Conoce de casos de enfermedades causadas por la utilización de agua del rio Moxpim?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ sí es si ¿Cuántos casos conoce? \_\_\_\_\_

2. ¿Considera que la propagación de enfermedades en el barrio, se da por la utilización de agua del rio Moxpim?

Sí\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

3. ¿Han recibido orientación sobre como disminuir las enfermedades causadas por la utilización de agua del rio Moxpim?

Sí\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

Observaciones:

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

## **Anexo 5. Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: **“Falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.”**

Esta boleta censal está dirigida al personal técnico de la Dirección Municipal de Planificación y la Oficina de Servicios Públicos, de la Municipalidad de San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

**Instrucciones:** A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder marcando con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Cuenta con algún proyecto de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

2. ¿Considera importante crear el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales en barrio Moxpim?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

1. ¿Ha gestionado ante alguna institución gubernamental o no gubernamental el proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales para el Barrio Moxpim?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

2. ¿Está en proceso alguna medida relacionada a cubrir el servicio de planta de tratamiento de aguas residuales para el barrio Moxpim?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

3. ¿Cuentan con algún plan financiero para proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

4. ¿Han concientizado a la población sobre la importancia de las plantas de tratamiento de aguas residuales?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Observaciones:

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

## **Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra.**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Población finita cualitativa

Variable dependiente e intermedia

A continuación, se describe el anexo metodológico para el cálculo de la muestra al 90% del nivel de confianza y el 10% de error de muestreo, por el método aleatorio de población finita cualitativa; que fue dirigida a los habitantes barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

La fórmula utilizada para el cálculo de la muestra con los parámetros arriba indicados es la siguiente:

$$n = \frac{N Z^2 pq}{Nd^2 + Z^2 pq}$$

De donde:

Z = Valor tabulado = 1.645

p = Probabilidad de éxito = 0.5

q = Probabilidad de fracaso = 0.5

d = error de muestreo = 0.10

n = tamaño de la muestra = 55

N = población = 164

Se aclara que se utilizó el 50% del valor p, debido a que no se contaban con investigaciones previas al respecto; lo que supone es la máxima variación en las combinaciones de (p)(q).

## **Anexo 8. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación**

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables.

En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.995, lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente:  $y = a+bx$ .

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de  $+ - 0.80$  a  $+ - 1$ .

A continuación, se presentan los cálculos y fórmula utilizada para obtener dicho coeficiente.

<b>CALCULO DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN</b>					
Requisito: Coeficiente de correlación: $> +- 0.80 < = 1$					
<b>Año</b>	<b>Años estudiados</b>	<b>No. De casos morbilidad</b>	<b>XY</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>
	<b>X</b>	<b>Y</b>			
2017	1	4	4	1	<b>16</b>
2018	2	7	14	4	<b>49</b>
2019	3	10	30	9	<b>100</b>
2020	4	12	48	16	<b>144</b>
2021	5	16	80	25	<b>256</b>
<b>Totales</b>	15	49	176	55	<b>565</b>

**FORMULA:**

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

<b>n=</b>	<b>5</b>
<b><math>\sum X=</math></b>	<b>15</b>
<b><math>\sum XY=</math></b>	<b>176</b>
<b><math>\sum X^2=</math></b>	<b>55</b>
<b><math>\sum Y^2=</math></b>	<b>565</b>
<b><math>\sum Y=</math></b>	<b>49</b>
<b><math>n\sum XY=</math></b>	<b>880</b>
<b><math>\sum X * \sum Y=</math></b>	<b>735</b>
<b>Numerador=</b>	<b>145</b>
<b><math>n\sum X^2=</math></b>	<b>275</b>
<b><math>(\sum X)^2=</math></b>	<b>225</b>
<b><math>n\sum Y^2=</math></b>	<b>2825</b>
<b><math>(\sum Y)^2=</math></b>	<b>2401</b>
<b><math>n\sum X^2 - (\sum X)^2=</math></b>	<b>50</b>
<b><math>n\sum Y^2 - (\sum Y)^2=</math></b>	<b>424</b>
<b><math>(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)=</math></b>	<b>21200</b>
<b>Denominador:</b>	<b>145.6021978</b>
<b>r=</b>	<b>0.995864089</b>

**Comentario:** El coeficiente de correlación lineal tiene como propósito la determinación del grado de magnitud que existe entre los datos obtenidos de los años estudiados y el índice de alta morbilidad, y la relación entre las mismas.



### **Anexo 9. Anexo metodológico de la proyección.**

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió a determinar el comportamiento de la variable tiempo, respecto a los casos sujetos de estudio en el tiempo, conforme a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente:  $y=a+bx$ .

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de  $+ - 0.80$  a  $+ - 1$ ; cuyo cálculo es parte integrante de este documento.

A continuación, se presentan los cálculos y la tabla de análisis de varianza para proyectar los datos correspondientes.

Ecuación de la línea recta.

$$y = a + b x$$

<b>AÑO</b>	<b>X (Años estudiados)</b>	<b>Y (No. De casos de morbilidad)</b>	<b>XY</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>
<b>2017</b>	1	4	4	1	<b>16</b>
<b>2018</b>	2	7	14	4	<b>49</b>
<b>2019</b>	3	10	30	9	<b>100</b>
<b>2020</b>	4	12	48	16	<b>144</b>
<b>2021</b>	5	16	80	25	<b>256</b>
<b>Totales</b>	15	49	176	55	<b>565</b>

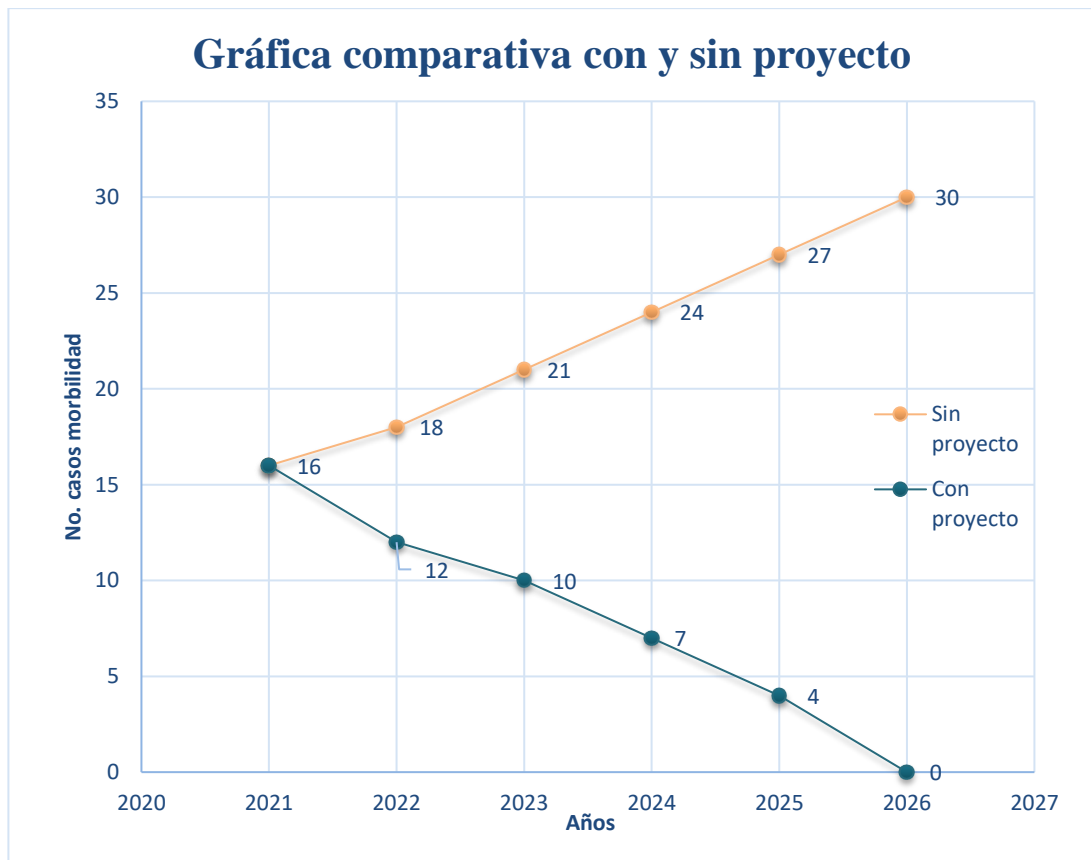
<b>n=</b>	<b>5</b>	<b>Fórmulas:</b>  $b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$
$\sum X =$	<b>15</b>	
$\sum XY =$	<b>176</b>	
$\sum X^2 =$	<b>55</b>	
$\sum Y^2 =$	<b>565</b>	
$\sum Y =$	<b>49</b>	
<b>n</b> $\sum XY =$	<b>880</b>	
$\sum X * \sum Y =$	<b>735</b>	
<b>NUMERADOR de b:</b>	<b>145</b>	
<b>Denominador de b:</b>		
<b>n</b> $\sum X^2 =$	<b>275</b>	<b>Fórmulas:</b>  $a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$
$(\sum X)^2 =$	<b>225</b>	
<b>n</b> $\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	<b>50</b>	
<b>b=</b>	<b>2.9</b>	
<b>Numerador de a:</b>		
$\sum Y =$	<b>49</b>	
<b>b * <math>\sum X =</math></b>	<b>43.5</b>	
<b>Numerador de a:</b>	<b>5.5</b>	
<b>a=</b>	<b>1.1</b>	

### Cálculos de la proyección sin proyecto

<b>Y=</b>	<b>a</b>	<b>+</b>	<b>b</b>	<b>X</b>	<b>No. De casos morbilidad</b>
<b>Y (2022) =</b>	1.1	+	2.9	6	18
<b>Y (2023) =</b>	1.1	+	2.9	7	21
<b>Y (2024) =</b>	1.1	+	2.9	8	24
<b>Y (2025) =</b>	1.1	+	2.9	9	27
<b>Y (2026) =</b>	1.1	+	2.9	10	30

### Cálculos de la proyección con proyecto

Años	No. De casos morbilidad sin proyecto	(%) de intervención	Intervención	No. De casos morbilidad Con proyecto
2021	16			16
2022	18	10%	2	14
2023	21	40%	6	8
2024	24	20 %	2	6
2025	27	20 %	1	5
2026	30	10 %	1	4



<b>CUADRO COMPARATIVO CON Y SIN PROYECTO</b>		
<b>Año</b>	<b>No. Casos de morbilidad (Sin proyecto)</b>	<b>No. Casos de morbilidad (Con proyecto)</b>
2021	16	16
2022	18	14
2023	21	8
2024	24	6
2025	27	5
2026	30	4

**Comentario:** El método utilizado para la proyección lineal, consiste en la relación de años estudiados y el porcentaje de morbilidad, el cual al calcularlos genera la cantidad total de morbilidad por cada año, que según la investigación se analiza con y sin proyec

Byron Isem Chiquín

**TOMO II**

PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE  
TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES EN BARRIO MOXPIM, SAN  
MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ.



Asesor general Metodológico:  
Ing. Msc. Oscar Reynaldo Zuñiga Cambara

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, junio de 2023

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciatura en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales.

## **Prólogo**

De acuerdo a los requerimientos del programa del trabajo de graduación de la Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título de Licenciatura en Ingeniería Civil con énfasis en construcciones rurales se llevó a cabo el presente informe de graduación para solucionar la problemática que existen en el Barrio Moxpim, del municipio de San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

Los habitantes del barrio Moxpim de San Miguel Tucurú, conocen las distintas enfermedades que atraviesan sus familias. Las enfermedades ocasionadas por la contaminación del Rio Moxpim. El cual ha sido el motivo a la realización de la investigación.

Para identificar la problemática, se realizó un diagnóstico de campo, el cual, con la ayuda de los habitantes de dicho barrio, se definió la necesidad que se aqueja el barrio Moxpim, por la contaminación del rio.

En efecto de dicho diagnostico se define el problema central como contaminación del rio Moxpim, por descargas de aguas residuales del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz. Se estipula la solución: Propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz. Y a través establecer la hipótesis: “El alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años por la contaminación del rio Moxpim; es debido a la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales”.

## **Presentación**

De acuerdo con el requerimiento del programa de graduación, en el presente documento se detalla la investigación que se realizó en el barrio Moxpim, de San Miguel Tacurú, Alta Verapaz, la cual tiene como enfoque la Propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales en barrio Moxpim.

Al percibir la necesidad que posee el lugar, y la problemática que afronta debido a la contaminación de río, misma que crea un índice alto de morbilidad, ya que la población no posee una planta de tratamiento, para la descarga de las aguas residuales en dicho río, la cual afecta de manera directa a los niños.

El presente trabajo de graduación recopila información para apoyar a los habitantes, de tal manera que se pueda realizar un estudio técnico para reducir la contaminación del río, de tal manera reducir el alto índice de morbilidad en el barrio.



## ÍNDICE

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
I.	RESUMEN.....	1
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	10
	ANEXOS	

## I. RESUMEN

En Guatemala el alto índice de morbilidad en la población se debe al estado del agua, dado el caso que, en áreas de bajo desarrollo económico, los ríos son constantemente contaminados, ya que la población descarga sus aguas residuales, esto debido a la falta de infraestructura adecuada, como lo es una planta de tratamiento.

Por tal razón se realiza el presente trabajo de graduación, el cual se realiza con la Propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, el cual tiene como enfoque reducir el alto índice de morbilidad, a través del tratamiento de las aguas residuales que contaminan el río Moxpim y afecta de forma directa a la población más vulnerable los niños.

A través del trabajo de investigación se logra tener una perspectiva clara sobre el uso del agua, este por ser el elemento fundamental para la población, es de igual manera una de las principales y más común de las formas de contaminación que existen en las áreas urbanas, este desechado a través del alcantarillado, necesita una solución, ya que se perjudica a la salud de los habitantes, por tal motivo es importante la implementación de métodos contractivos y la utilización de nuevas tecnologías de la rama de la ingeniería civil, para mejorar la calidad de vida de las personas.

### **Planteamiento del problema**

El principal problema que afecta a los habitantes del barrio Moxpim de San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, es la contaminación del río Moxpim, la cual es causada por las distintas descargas de las aguas residuales de los habitantes, esta a su vez provoca enfermedades especialmente en los niños del barrio, el cual incrementa un alto índice de morbilidad.

Los habitantes del barrio Moxpim, carecen de una planta de tratamiento, la cual mejoraría la calidad de vida de los vecinos, y beneficiaría al desarrollo del municipio, así como la reducción de enfermedades que en la actualidad perjudica el desarrollo integral de la población.

### **Hipótesis**

“El alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años por la contaminación del río Moxpim; es debido a la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales”.

¿Es la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales por la contaminación del río Moxpim, la causante del alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, ¿durante los últimos 5 años?

### **Objetivos**

#### **General**

Reducir el índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

#### **Específico**

Disminuir la contaminación del río Moxpim, por descargas de aguas residuales del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

### **Justificación**

Debido a la falta de una propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, el alto índice de morbilidad en el barrio va en crecimiento, ya que la contaminación del río Moxpim; provoca enfermedades en sus habitantes.

Lo expuesto revela que la problemática del tratamiento de aguas residuales es un tema que es extendido en Guatemala, cuyos efectos comprenden a la contaminación del agua y la salud pública, dado que la mayoría de la población se encuentra en zonas urbanas y las aguas residuales no tiene tratamiento alguno.

La contaminación del agua es un tema de preocupación ya que las entidades en el municipio de San Miguel Tacurú, Alta Verapaz, no promueven las investigaciones de dicha carencia, y no tienen conocimiento de sus efectos en la salud pública de la población, dado que se ha registrado distintos casos de enfermedades relacionados con la mala calidad del agua.

Como solución a la problemática se plantea en el presente trabajo la propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, con la finalidad de disminuir la contaminación del río Moxpim y reducir el índice de morbilidad en la población.

## **Metodología**

A través del método deductivo se logró la formulación de la hipótesis, una vez definida la hipótesis se utilizó el método inductivo para su comprobación, el efecto de la problemática se comprobó por medio de encuestas realizadas a las familias que integran el sector del barrio Moxpim, el problema central se comprobó por medio de entrevistas realizadas a los habitantes, así como la información obtenida en el puesto de salud.

## **Métodos**

### **Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis**

#### **Método deductivo**

El método deductivo se aplicó para la determinación de la hipótesis, inicialmente se identificó la problemática que afecta a los habitantes del barrio Moxpim, sobre la

contaminación del río de dicha área de incidencia, seguidamente se integraron la causa y el efecto que produjo el árbol de problema.

### **Método analítico**

Con la utilización del método analítico se pudo identificar e interpretar los datos obtenidos de la formulación de la hipótesis, por medio del cual se analizaron las causas de la contaminación del río y así poder reducir el alto índice de morbilidad que conllevan a enfermedades ocasionadas por parásitos intestinales en el barrio Moxpim, San Miguel Tacurú, Alta Verapaz.

### **Método marco lógico**

Al tener el panorama más amplio sobre la problemática, se procedió a detallar la logística de los objetivos y resultado para conocer hasta donde se quiere llegar con el estudio conforme la matriz de estructura lógica.

### **Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis**

#### **Método inductivo**

Se utilizó el método inductivo para obtener los resultados específicos del problema identificado en el barrio, lo que sirvió para la elaboración de la presentación y análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones.

#### **Método estadístico.**

Este método permitió determinar por medio de boletas de encuestas, la comprobación de la hipótesis y así establecer que: “El alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años por la contaminación del río Moxpim; es debido a la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales”.

### **Método sintético.**

Con la interpretación de la información se utilizó la síntesis para obtener las conclusiones, recomendaciones y resultados de la investigación realizada en campo.

### **Técnicas**

#### **Técnicas que se utilizaron para la formulación de la hipótesis.**

##### **Lluvia de ideas.**

Esta consistió en enumerar todas las ideas que permitieron encontrar el problema más sobresaliente que existen en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz

##### **Observación directa.**

Esta técnica se realizó directamente con los habitantes del barrio para identificar los problemas que les afectan en relación al alto índice de morbilidad y la contaminación de las fuentes de agua.

##### **Investigación documental**

Esta técnica consistió en la recopilación de información a través de las fichas clínicas que posee el Centro de Salud del área urbana, con respecto a la morbilidad ocasionada por la contaminación del agua. Así también se obtuvo información técnica del área de servicios públicos, de la municipalidad de San Miguel Tacurú, sobre la cobertura que poseen en redes de drenajes.

##### **Entrevistas.**

Esta se realizó a los habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, para tener información más detallada y precisa sobre el problema que se observó.

## **Técnicas que se utilizaron para la comprobación de la hipótesis.**

### **Censo.**

Fue utilizado a los 7 técnicos de la Dirección Municipal de Planificación y Oficina de Servicios Públicos de la municipalidad de San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, para la comprobación de la causa principal.

### **Cálculo de la muestra.**

Se utilizó para estipular la población finita cualitativa, los documentos de censo que posee el presidente del Consejo Comunitario de Desarrollo COCODE del San Miguel Tucurú, Alta Verapaz. El estudio de la muestra fue basado en la cantidad de 164 habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, el cual se obtuvo como resultado de muestra de 55 habitantes, para la comprobación del efecto y el problema central, para ello se utilizó el cálculo de muestra que fue del 90% de nivel de confianza y el 10% de error de muestreo.

### **Encuestas.**

Se formularon tres tipos de encuestas dos de ella dirigidas a los habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, las cuales comprobaron el efecto y el problema central, y a 7 técnicos de la Dirección Municipal de Planificación y Oficina de Servicios Públicos de la municipalidad de San Miguel Tacurú, Alta Verapaz para la comprobación de la causa.

### **Técnica de análisis.**

Una vez hecha la tabulación de los resultados de las encuestas para la comprobación de las tres variables, esta técnica se realizó para obtener el análisis de las conclusiones y recomendaciones del proceso.

### **Coefficiente de Correlación.**

Se formuló y se realizó el procedimiento estadístico de coeficiente de correlación para conocer si existe o no relación entre la variable dependiente, y la variable independiente.

### **Proyección.**

Al realizar la proyección en línea recta se obtuvo la gráfica comparativa con y sin proyecto que ayuda a conocer el comportamiento de las variables, esto determinó el impacto que tendrá a los habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

## **COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.**

Se realizó la investigación en barrio Moxpim, Tucurú, Alta Verapaz con el propósito de comprobar la hipótesis, ya que las boletas de investigación se generaron a dos clases de población las cuales son:

La primera población consiste 164 habitantes, se realizó un cálculo de tamaño de muestra con un 90% de nivel de confianza y el 10% de error de muestra, dicha población es de 55, a los cuales se le giraron la boleta de investigación para la comprobación del efecto general o la variable dependiente (Y), y el diagnóstico de la problemática.

La segunda población consiste en 7 técnicos de la Dirección Municipal de Planificación y Oficina de Servicios Públicos de la Municipalidad de San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, a los cuales se le encuestó a la totalidad, con la técnica del censo, esta ayuda a la investigación para la comprobación de la causa principal (Variable independiente o X).

Los resultados de las encuestas fueron tabulados, graficadas y analizadas para poder comprobar la hipótesis planteada: “El alto índice de morbilidad en barrio Moxpim,



San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años por la contaminación del río Moxpim; es debido a la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales”.

De la gráfica 1 a la 5 son para la comprobación del efecto y de la 6 a la 11 para la comprobación de la causa.

### **RESUMEN DE LOS RESULTADOS**

Una vez comprobada la hipótesis, es de suma importancia la implementación de un proyecto el cual permita que el alto índice de morbilidad vaya a la baja, para poder alcanzar ello es necesario trabajar en cada uno de los aspectos débiles a nivel general. Por lo cual se estipulas tres resultados que son los medios para obtener generar logros positivos.

El resultado uno se refiere a la obtención de la unidad ejecutora, la cual será la encargada de la ejecución del proyecto. Para esto se debe socializar con los habitantes de la comunidad, así mismo con las entidades las cuales se relacionarán. Conformando de esta forma un comité que tenga a su cargo la conformación de la documentación para gestionar cada uno de los recursos a utilizar en el proceso, cabe mencionar que la población en general o grupo afectado forman parte importante para cada una de las actividades a realizar y detener la problemática.

El resultado dos muestras la importancia de disponer de una la propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales, este es un proceso largo el cual necesita de conocimientos técnicos para generar el diseño, apoyándose con información generada en instituciones sobre el sector de influencia, colaboración de la comunidad. Es necesario para poder obtener dicha propuesta el trabajo de campo, desde la visita a las viviendas, el comportamiento de las aguas, trabajos extensos de topografía, medición de caudales, estudio a nivel general del área geográfica.

A través de toda la información recopilada en campo se generan los métodos constructivos de la propuesta, desde manejo de las aguas residuales, factores de cálculo, criterios de diseño, normas de diseño, normas ambientales todo en funcionamiento a las leyes de nuestro país. La finalidad de implementar una planta de tratamiento es reducir los contaminantes de las aguas el cual es importante para mejorar la calidad de vida de los habitantes, teniendo como fin primordial cuidar la salud.

Toda propuesta debe ser avalada con el apoyo de la comunidad, iniciando desde su priorización, y para poder implementarlo se necesita gestiones y documentos que lo avalen, por tal razón la participación de entes gubernamentales y no gubernamentales es importante, pero sobre todo la participación ciudadana en el marco de la creación del proyecto.

El tercer resultado se enfoca en la capacitación de los habitantes para el cuidado del proyecto, desde el manejo y consumo de las aguas hasta el cuidado de la infraestructura del proyecto, todo esto con ayuda de los entes gubernamentales y no gubernamentales, cabe resaltar que es vital que la población aprenda para mejorar sus acciones entorno al cuidado del agua, salud y proyecto implementado.

## **II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

La investigación se efectuó en el barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, el cual se realizó para validar la hipótesis, propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales.

### **Conclusiones**

Se comprueba la hipótesis siguiente: “El alto índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, durante los últimos 5 años por la contaminación del río Moxpim; es debido a la falta de diseño y construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales”. Con 90% nivel de confianza y 10% de error de muestreo para la variable dependiente y el 100% de nivel de confianza y el 0% de error para la variable independiente.

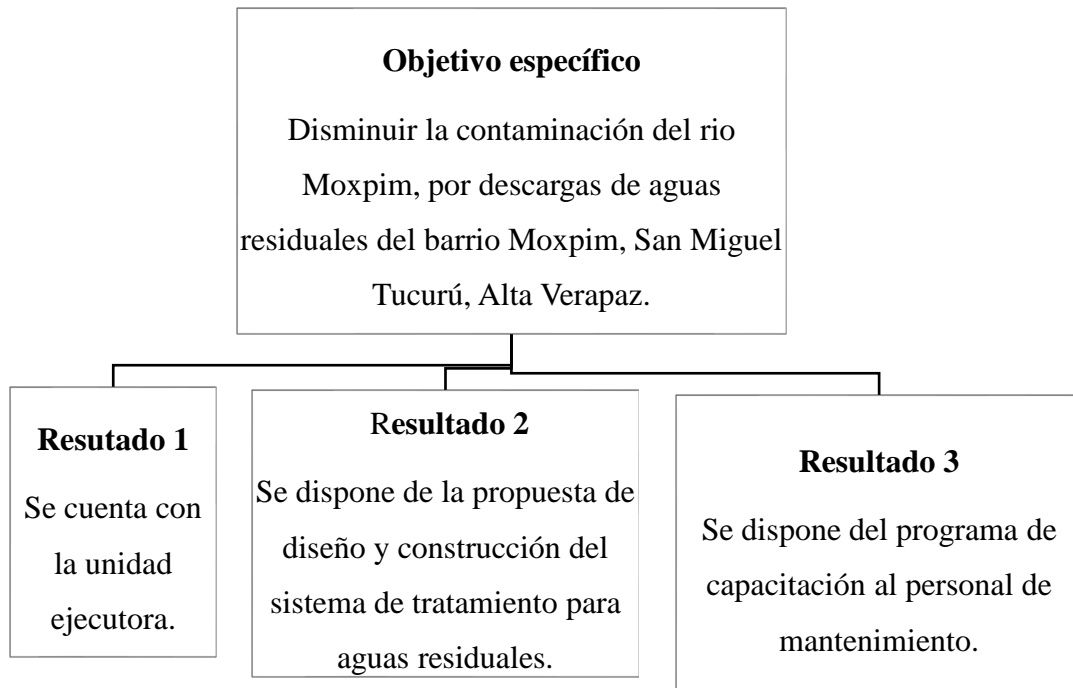
### **Recomendaciones**

Implementar el proyecto para Propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.

## ANEXOS

### Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática.

#### Diagrama del medio de solución de la problemática



#### Introducción

La calidad del agua es un factor que limita la disponibilidad del recurso hídrico y restringe su uso. El aumento en la demanda de agua tiene como consecuencia un crecimiento en el volumen de los residuos líquidos, cuya descarga, sin una apropiada recolección, evacuación y tratamiento, perjudica la calidad de las aguas y contribuye con los problemas de disponibilidad del recurso hídrico.

La morbilidad en el municipio de San Miguel Tukurú, Alta Verapaz, ha ido en aumento, causada principalmente por el consumo de agua de río, los cuales están contaminados, y provocan distintas enfermedades en la población, una de las áreas afectadas es el barrio Moxpim, esto resultado de la falta de una planta de tratamiento,

el cual disminuya las descargas de aguas residuales que contaminan de forma directa al río.

El barrio Moxpim, tiene una gran necesidad de tratar las aguas residuales ya que no existe ningún sistema que trata estas aguas, por consecuencia, las quebradas donde son vertidas las aguas residuales del alcantarillado del municipio, presenta un alto nivel de contaminación.

**Resultado 1. Se cuenta con la unidad ejecutora “Municipalidad de San Miguel Tucurú, Alta Verapaz”.**

**Actividad I. Análisis del entorno social:** Se realizarán visitas a las viviendas del barrio Moxpim, los cuales deberán de llenar un formulario sobre las condiciones de vida en las que se encuentran, también sobre el nivel de organización que poseen.

**Actividad II. Recopilación de información de identificación de actores:** Se realizan mesas de trabajo, con la presencia de instituciones gubernamentales y no gubernamentales, con el objetivo de tener la opinión de cada uno de los sectores, así también se realizarán las respectivas visitas a las oficinas públicas para el desarrollo y obtención de información, que involucra a los actores.

**Actividad III. Asamblea general para priorización:** El consejo Comunitario de Desarrollo (CODODE) deberá organizar y realizar una asamblea general del barrio, en el cual deben estar los representantes de cada familia, así también como miembros de la Dirección Municipal de Planificación, se les expone las distintas necesidades que como vecinos poseen, el cual por mayoría de votos deberán priorizar y dejarlo en punto de acta dicha reunión.

**Actividad IV. Presentación del proyecto al consejo municipal:** Una vez priorizado el proyecto se deberá de informar a la población sobre el proceso que debe llevar la

implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales, desde la contemplación de la documentación de trámites ante las instituciones, así como la importancia de la realización de un estudio técnico que se debe realizar, que estipula compromisos para el mejor desempeño del proyecto a través de involucración de los beneficiarios, todo lo antes mencionado quedara establecido detalladamente en el libro de actas de Consejo de Desarrollo Comunitario.

**Actividad V. Aprobación del proyecto:** La aprobación del proyecto se realizará bien por los miembros del barrio en reunión extraordinaria u ordinaria, seleccionando el proyecto según su prioridad.

**Actividad VI. Creación de comité del proyecto:** En reunión de Consejo Comunitario de Desarrollo y democráticamente los miembros deberán de elegir a los miembros de comité de proyecto, esto debe quedar en punto de acta, así mismo deberán de informar a la Dirección Municipal de planificación, para su legalidad, dicho comité una vez nombrado tendrá una vigencia anual debiendo, por tanto, renovarse anualmente.

**Resultado 2. Se dispone de la propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales.**

**Actividad I. Investigación barrio Moxpim:** Se realizará una visita diagnostica para estudiar a la población, y obtener datos de población, y el número de beneficiarios.

- **Población total.**

El barrio posee un total aproximado de 41 familias, las cuales también son distribuidas en igual número de viviendas. El número promedio de miembros por familia es de 4 personas la población general del barrio Moxpim, se compone así el 41% de género masculino y del 59% de género femenino.

- **No. De beneficiarios**

El proyecto de planta de tratamiento se estima que beneficiará a 164 habitantes actualmente las cuales se distribuyen en 41 viviendas. Con el proyecto de construcción de planta de tratamiento de aguas residuales del barrio Moxpim, se pretende beneficiar a toda la población del barrio y a la población río abajo ya que podrá tener un caudal sin contaminación.

- **Morbilidad**

Esta información ha sido extraída de la base de datos del centro de salud del barrio del Centro del municipio de San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, a través del apoyo de los técnicos de salud de la zona. La morbilidad fue calculada en el proceso de tesis a través de la proyección de línea recta, el cual establece el análisis de morbilidad en los últimos 5 años y proyecta a 5 años más.

**Actividad II. Visita de campo:** El propósito de la visita de monitoreo es para ayudar en la planificación y ejecución, y analizar el progreso de la implementación de actividades y en la obtención del resultado esperado.

**Actividad III. Topografía:** Para la realización de un estudio topográfico se necesita la aplicación de la planimetría y altimetría, las cuales marcarán en el terreno el diseño, dicho proceso es de suma importancia para construcciones civiles.

- **Planimetría**

Se le llama al conjunto de trabajos que se realizan para obtener todos los datos necesarios el cual representa gráficamente la superficie terrestre, partiendo de un punto el cual referencia su orientación. La metodología por utilizar para el diseño de la propuesta es la de conservación del azimut teniendo un polígono cerrado esto nos permitirá identificar el denominado error de cierre.

- **Altimetría**

Son los trabajos empleados que representan en el plano horizontal la tercera dimensión sobre la superficie terrestre, estas definen los diferentes niveles que existen entre todos los puntos del terreno dentro de la construcción, midiendo distancias verticales ya sea de manera directa o indirecta, a estos procesos se les conoce como nivelación.

#### **Actividad IV. Selección de la Planta de Tratamiento:**

La conformación de una planta de tratamiento puede ser por diferentes elementos y su funcionamiento con principios distintos. Esto prácticamente hace referencia que la selección de una planta de tratamiento dependerá de las necesidades y recursos con que se cuentan para la ejecución de la construcción, para su elección se necesitara un minucioso estudio de los aspectos antes mencionados.

Para la definición de las unidades o elementos que pueden conformar una planta de tratamiento para aguas residuales, es de suma importancia el conocimiento de las diferentes opciones y soluciones de las cuales se disponen para poder concretar el objetivo, la cual va dirigida a la disminución del impacto negativo de las aguas residuales para el medio ambiente. Permitiendo conocer cada uno de los pro y contras de las unidades, de tal manera que sea tomada la decisión idónea para el diseño de la planta de tratamiento.

#### **Actividad V. Diseño de planta de tratamiento**

La necesidad de solventar la problemática de disposición de aguas negras inicia desde la utilización del medio de transporte los cuales arrastran todos los productos de desechos humanos a lugares donde la contaminación aumenta. Al iniciar esta disposición eran en cantidades mínimas la cual limitaba su eliminación de dichos desechos orgánicos. Al iniciar el método consistía en la disposición lejana de las viviendas de todo desecho



orgánico y la basura en la superficie del suelo, degradándose con bacterias, pero esta resultaba contaminación en el ambiente ya que se generaban malos olores.

Normalmente las plantas de tratamiento son diseñadas juntamente con el sistema general de drenajes, para conducir de forma idónea las aguas negras, pero en dicha situación se ha diseñado después del sistema de drenajes, por la mala planificación. El periodo de diseño de una planta de tratamiento es importante conocerla el cual estipula los años que estará al servicio del barrio, antes de ampliarse por tener resultados negativos. El periodo de diseño para la planta de tratamiento debe ser la misma que la de un drenaje 20 años.

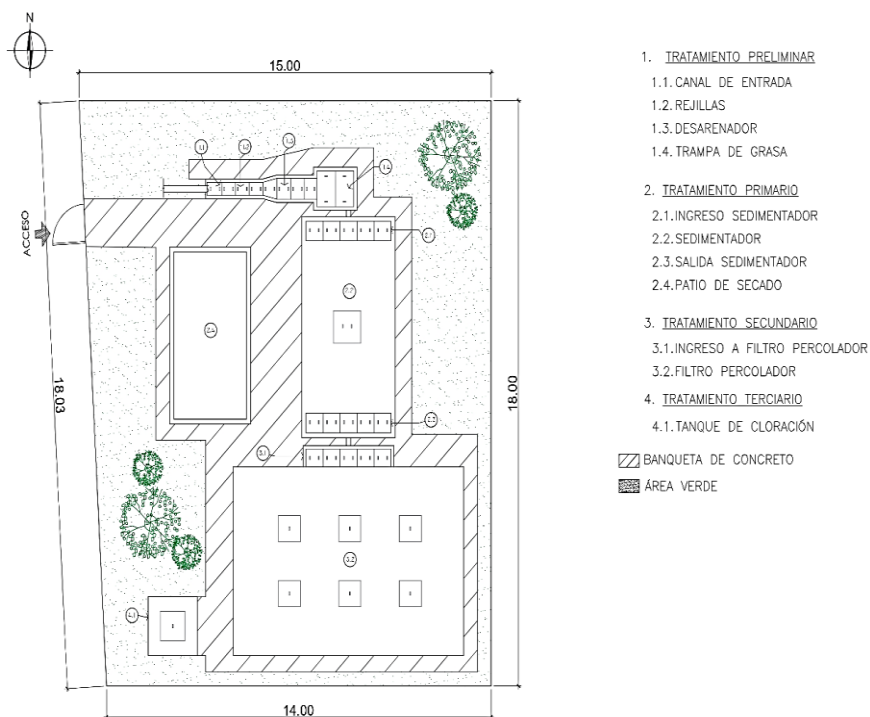
#### **Actividad VI. Presupuesto y cronograma de trabajo**

Se generará un presupuesto desglosado por renglones de trabajo del proceso constructivo, se establecerá los tiempos que durará cada renglón en desarrollarse, dicho cronograma debe establecer los plazos por semana, así también se tendrá el cronograma financiero del proyecto de sistema de planta de tratamiento de aguas residuales.

#### **Actividad VII. Construcción del Diseño de Planta de Tratamiento.**

- **Ejecución de campo:** La ejecución de proyectos se encarga de la coordinación de personas y los recursos necesarios para llevar a cabo el plan de gestión previsto, y también integra y realiza las actividades del proyecto de acuerdo con el cronograma estipulado.
- **Supervisión:** Se revisarán los planos constructivos, alcances de obras y especificaciones técnicas del proyecto, se estudiará detenidamente la documentación contractual para la ejecución de las obras, que efectúan las consultas o aclaraciones del caso para la correcta interpretación de la misma, así como la apertura de bitácora del proyecto.

- **Especificaciones Técnicas:** Contendrán los parámetros y métodos de construcción para la planta de tratamiento, así como la hoja de cálculo donde se verán los tipos de materiales a utilizar.
- **Bitácora In situ:** Dentro del proyecto se llevará una bitácora en la cual se redactará a diario cada uno de los sucesos y procesos constructivos realizados durante el día, este es muy importante para recopilación de información y la realización de informes.
- **Informes de avances:** Se deberán de realizar informes en los cuales se puedan describir la fase en que la obra se encuentra, desde el punto de vista físico y financiero.
- **Modelo de planta de tratamiento.**



PLANTA GENERAL PTAR

Fuente: Isem B., noviembre de 2020.

**Resultado 3. Se dispone del programa de capacitación al personal de mantenimiento.**

Se realizarán capacitaciones a la población del Barrio Moxpim, de San Miguel, Tukurú, Alta Verapaz, esto a través de las distintas entidades involucradas, que tiene como finalidad del programa, que la población comprenda la importancia de mantener cada cierto tiempo la planta de tratamiento, y como está permitirá, que su vida útil, y pueda funcionar eficazmente.

**Actividad I. Reunión con entidades que apoyaran el programa de capacitación.**

Dar a conocer a las entidades que apoyaran sobre la importancia de su participación, para la capacitación de la población beneficiaria, en los conceptos básicos de los sistemas de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento, administración, marco legal, marco social, marco ambiental, operación y mantenimiento, así como las buenas prácticas que garanticen la sostenibilidad de los proyectos. En esta reunión se estipularán los métodos de capacitación, esta con la ayuda de un experto y profesional del INFOM, así también como los procesos que se deben seguir para tener un mantenimiento adecuado.

Para la realización de una capacitación eficaz se realizará un cronograma de actividades, el cual indicará el orden del proceso de capacitación, el cual contendrá el día, la hora y el tema a impartir. El cronograma se realizará conjuntamente con la entidad que participaran dentro del proceso.

**Actividad II. Capacitación a población:**

Una vez estipulada los métodos de capacitación esta se llevará a cabo, se realiza una convocatoria general a los habitantes del barrio Moxpim, respecto a los temas de:

- **Funcionamiento de planta de tratamiento:** Esta capacitación ira dirigida a el equipo de mantenimiento de la planta de tratamiento en función.
- **Objetivos de mantenimiento:** Se expondrá a los habitantes del barrio, sobre la importancia del mantenimiento y el beneficio de este.
- **Cronograma de mantenimiento y control de inventarios:** Se capacitará al comité de planta de tratamiento y al equipo de mantenimiento sobre cómo deben crear y estipular los tiempos en los cuales deberían darle el manteamiento, así también sobre la creación de Kardex e inventarios para un control eficiente del funcionamiento de la planta de tratamiento.
- **Mantenimiento preventivo:** Tiene como finalidad instruir al equipo de mantenimiento para asegurar que la planta de tratamiento estará en disposición eficiente su funcionalidad, y evitar el colapso de esta.
- **Coordinación entre operación y mantenimiento:** Esta capacitación ira direccionada al trabajo en equipo, compromiso, liderazgo, armonía, responsabilidad, creatividad, voluntad, organización y cooperación entre cada uno de los miembros para alcanzar metas comunes.
- **Seguridad e higiene:** Se capacitará a los miembros del equipo de mantenimiento sobre el conjunto de normas y procedimientos tendientes a la protección de la integridad física y mental del trabajador, preservándolo de los riesgos de salud inherentes a las tareas del cargo y al ambiente físico donde se ejecuta.

**Anexo 2. Matriz de la estructura lógica**

<b>COMPONENTES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>	<b>SUPUESTOS</b>
<p><b>Objetivo general:</b> Reducir el índice de morbilidad en barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.</p>	<p>Al quinto año después de la implementación de la propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento, se reduce el índice de morbilidad en un 80%.</p>	<p>Entrevistas. Reportes del Ministerio de Salud.</p>	<p>La Municipalidad y habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, apoyan en implementación de la propuesta.</p>
<p><b>Objetivo específico:</b> Disminuir la contaminación del río Moxpim, por descargas de aguas residuales del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz.</p>	<p>Al cuarto año después de la implementación de la propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento, se disminuye la contaminación en un 80%.</p>	<p>Encuestas. Entrevista. Fotografías. Informes de finalización de la obra. Visitas de campo.</p>	<p>La Municipalidad y habitantes del barrio Moxpim, San Miguel Tucurú, Alta Verapaz, apoyan en implementación de la propuesta.</p>
<p><b>Resultado 1</b> Se cuenta con la unidad ejecutora.</p>			

<p><b>Resultado 2</b></p> <p>Se dispone de la propuesta de diseño y construcción del sistema de tratamiento para aguas residuales.</p>			
<p><b>Resultado 3</b></p> <p>Se dispone del programa de capacitación al personal de mantenimiento.</p>			

**Fuente:** Isem B., noviembre de 2019.

### **Anexo 3. Estudio Técnico**

#### **Especificaciones técnicas.**

## **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES**

#### **BARRIO MOXPIM, TÚCURU ALTA VERAPAZ.**

##### **TERRENO:**

Se tomará en cuenta cada una de las condiciones naturales que el terreno pueda reunir así mismo en su entorno, desde el aspecto de amenaza, vulnerabilidad que pueda crear y el riesgo, considerando la disminución del impacto negativo generada por la planta de tratamiento de a aguas residuales.

##### **TRABAJOS PRELIMINARES:**

Las medidas para mitigación que existen deben ser observadas, sobre el entorno del área y específicamente en el terreno, con la finalidad de evitar dificultad en la ejecución del proceso constructivo. Extrayendo todo tipo de material el cual sea nocivo a la obra, específicamente en el sector donde se realicen los trabajos de pisos y soportes de estructuras.

##### **BODEGA Y AREA DE GUARDIA:**

Para poder suplir cada uno de los requerimientos de la construcción, la comunidad deberá de habilitar un espacio para bodega y resguardar materiales y herramientas, así mismo un área específica de guardianía. Eso con la finalidad de garantizar la calidad de los materiales a través del almacenamiento, específicamente los que poseen tiempo de caducidad como lo es la cal y el cemento, las varillas de acero deberán tener un almacenamiento bajo techo, donde la lluvia y la humedad no lo oxiden. En el caso de materiales agregados las áreas asignadas deben estar libres de material orgánico y desechos que puedan contaminarlo.

## **PROCESO DE NIVELCIÓN DEL TERRENO:**

Los trabajos de nivelación deberán responder al diseño general de plataformas, evitando rellenos innecesarios y zonas de erosión, se debe tomar en cuenta el drenaje superficial modificado, para evitar inundación que afecten la ejecución de la obra, es importante tomar a consideración la protección en el sentido de trabajar las plataformas de manera que no sean vulnerables a taludes pronunciados y haya que recurrir a la construcción de muros de contención que son obras de protección y son muy onerosas.

## **TRAZO:**

Se estipulará el área de trazado, el cual deberá de quedar libre de obstáculos que generen alteración en la manipulación y mecanismo al verificar los niveles, si las condiciones lo permiten se realizara solo con una referencia de nivel del trazado, este debe quedar identificado permitiendo su visibilidad, con el objeto de tener resultados verídicos y evitar los errores el cual crea confusiones. Los materiales a utilizar al momento de trazar deben ser regulares y estables, refiriéndose a madera, para que puedan proporcionar seguridad al momento de su instalación.

## **1. PRELIMINARES**

### **1.1 Limpieza del área de obra.**

- Remoción de maleza y residuos vegetales, hasta la profundidad requerida de manera que pueda asegurar un mecanismo óptimo.
- Se realizará el proceso de extracción y eliminación de raíces, hormigueros y troncos u cualquier tipo de elemento que desestabilice los trabajos de construcción evitando así los peligros.
- La recolección de todo tipo de material dentro de la obra, producido por la limpieza, transportándolo a un espacio apropiado donde no pueda generar contaminación.



- En dado caso se notan apariciones de pozos, este debe de rellenarse y consolidar a través de cal, suelo inerte y agua para luego ser compactado.

## **2. Trazo y Nivelación**

- Se deberá trazar la localización específica y general, así como la alineación y niveles de todos los componentes de la obra.
- Para la referenciación de niveles y trazos, los encargados del proyecto deberán de ubicar y colocar los mojones correctamente de la obra, realizando su trabajo eficientemente para evitar desplazamientos, dichos procesos deben ser aprobados y registrados en bitácora por el ingeniero supervisor.
- Las ejecuciones de los trabajos en la construcción se registrarán a las tolerancias establecidas según sea el tipo de trabajo.

### **I. CONCRETO TIPO REFORZADO**

#### **II. 1. Concreto**

##### **1.1 Definición**

- La mezcla para concreto será de Cemento Portland con resistencia 3000 libras por pulgada cuadrada (PSI), conjugándola con agregado tipo fino, y agregado grueso aplicándole agua para obtener su pastosidad, la vertida de aditivos dependerá de las condiciones climáticas.
- Para la obtención de un concreto reforzado es necesario la mezcla antes mencionada al cual se le incluirá acero de refuerzo pudiendo ser pre forzado o no pre forzado dependerá esta de lo considerado en el diseño, el acero de refuerzo y la mezcla deben actuar de manera conjunta para resistir los diferentes esfuerzos al cual serán sometidas, a esta combinación se le llama concreto reforzado. Para la definición de la cantidad de materiales que se utilizaran será a través del visto bueno y aprobación del supervisor de obra

habiendo alcanzado la resistencia mínima a los 28 días de 3000 libras por pulgada cuadrada (PSI)

## **1.2 Pruebas de laboratorio**

Se tomaran 3 muestra cilíndricas con las siguientes medidas de 6 pulgadas de diámetro por el doble de altura, es decir 12 pulgadas, estas muestras se tomaran in situ, las mismas se llevaran al laboratorio para verificar las resistencia del concreto este debe de trabajar a Compresión, Tensión y Torsión, se trabajaran a 7, 21, 28 días analizando los ensayos solicitados, (Los ensayos deberán de ser por compresión ) de acuerdo con los requerimientos de AASHTO T 24 (ASTM C 42) y AASHTO T 148 (ASTM C 174). El control de tolerancias y aceptación debe llenar los requisitos estipulados en la sección 501.03 de las Especificaciones Generales Para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos de noviembre de 2002.

Para el ensayo de compresión existen varias limitantes especiales a las cuales se debe de dar importancia:

La dificultad para aplicar una carga verdaderamente concéntrica o axial. El carácter relativamente inestable de este tipo de carga en contraste con la carga tensiva. Existe siempre una tendencia al establecimiento de esfuerzos flexionantes y a que el efecto de las irregularidades de alineación accidentales dentro de la probeta se acentúe a medida que la carga prosigue. Las áreas seccionales relativamente mayores de la probeta para ensayo de compresión para obtener un grado apropiado de estabilidad de la pieza. Esto se traduce en la necesidad de una máquina de ensaye de capacidad relativamente grande o probetas tan pequeñas y por lo tanto, tan cortas que resulta difícil de obtener de ellas mediciones de deformación de precisión adecuada

En base al ensayo anterior se determinarán los factores que determinan el comportamiento del concreto, estos son:

- Limite proporcional.
- Resistencia a la cedencia.
- Su resistencia a la compresión.
- Módulo de la elasticidad inicial tangente.

- Módulo de elasticidad secante.

- Peso por pie cúbico.

### **1.3. Materiales a utilizar:**

Para la elaboración del concreto se utilizan los siguientes materiales: Cemento Portland, agregados pétreos (arena de río y grava), agua y aditivos ya sean retardantes o acelerantes. Para obtener una mezcla perfecta en la fabricación de concreto se debe cumplir con lo siguiente:

#### **11.3.1. Cemento**

El conglomerante deberá de cumplir según las especificaciones para Portland Tipo I, según NORMA COGUANOR NGO 41001 Y ASTM 595, los cuales contienen a detalle los estándares para su fabricación.

#### **1.3.2 Agregados**

- **Agregado fino:** Los agregados finos son arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula no mayor de 10 mm. Y deben estar libre de arcillas y otro material contaminante (COGUANOR NGO 41007 Y ASTM C 33) El agregado fino debe cumplir con las normas para agregados de concreto

- **Agregado grueso:** Es el agregado retenido en el tamiz 4.75 milímetros. Este deberá de pasar por proceso de trituración de roca o de grava o por una combinación de las dos: deben estar limpios, tener buena resistencia y debe ser durable con buenas aristas no deben ser blandas ni quebradizas, no deben tener ningún tipo de material que le haga perder su calidad. El agregado grueso deberá cumplir con las normas para agregados de concreto COGUANOR NGO 41007 y ASTM C 33.

El tamaño que deben de tener los agregados gruesos son:

- 1/5 De separación entre las formaletas
- 1/3 Para el grosor de la losa
- 3/4 De espaciamiento entre varillas libre mínimo, amarradas con alambre, varillas en paquete, ductos y formaleta

### **1.3.3 Agua**

El agua que se usara al mezclar el concreto debe ser limpia y no debe de tener cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero de refuerzo.

La utilización de agua no potable se utilizará si al realizar los ensayos de laboratorio de los cilindros, estos lleguen a alcanzar resistencia entre los 7 hasta los 28 días en un porcentaje alto del 90% y verificar los parámetros si son similares a las probetas hechas con agua potable, así cumplir con la resistencia mínima. Si estas no dan lo estipulado se prohíbe el uso de agua no potable para fundición en la construcción.

Para poder comparar la resistencia debe hacerse con morteros idénticos, a excepción por el agua con que se mezcla, se deben preparar y probar de acuerdo con la norma ASTM C 109.

### **1.3.4. Material aditivo.**

Son los materiales distintos al agua, de los agregados o del cemento hidráulico, utilizados con la finalidad de completar el concreto este material debe ser añadido ya sea antes o después de la fundición y vaciado, dependerá que tipo de aditivo sea.

Todos los tipos de aditivos deberán de tener cumplimiento con las normas de Especificación para Aditivos Químicos para Concreto (ASTM C 494) ya sean acelerantes o retardantes.

Los aditivos de tipo inclusores de aire estos deberán de regirse cumpliendo con la Especificación para Aditivos incluseros de Aire para Concreto (ASTM C 260)

Para las cenizas de volante o puzolana, estas deben estar normadas por Especificaciones para Ceniza volante y Puzolanas naturales, crudas o calcinadas, para poder usarse en Concreto de Cemento Portland (ASTM C 618)

Cada uno de los tipos de aditivos deben mostrar uniforme rendimiento al ser aplicados en la obra, debiendo comportarse homogéneo al concreto usando las proporciones adecuadas.

## **2. EL ACERO DE REFUERZO**

El acero de refuerzo a utilizar este debe de ser corrugado haciendo excepción en los aceros varilla de ¼” (No 2). Las varillas de acero de refuerzo a utilizarse serán de grado 60 legítimo y en ningún caso debe almacenarse otro tipo de material sobre ello. El acero de refuerzo a emplearse en la construcción de la obra deberá regirse con las siguientes especificaciones dicho material es importante mencionar que debe estar un área específica libre de humedad.

“Especificaciones para varillas corrugadas y lisas de acero de lingote para refuerzo del concreto Sociedad americana para pruebas y materiales ASTM A615“

“Especificaciones para varillas corrugadas y lisas de acero de riel para refuerzo del concreto Sociedad americana para pruebas y materiales ASTM A 616”

“Especificaciones para varillas corrugadas y lisas de acero eje para refuerzo del concreto Sociedad americana para pruebas y materiales ASTM 617”

“Especificaciones para varillas corrugadas de acero de baja aleación para refuerzo del concreto Sociedad americana para pruebas y materiales ASTM 706”

Para el uso de varillas corrugadas de refuerzo, se deben observar las siguientes excepciones a las especificaciones de Sociedad americana para pruebas y materiales ASTM indicadas en el inciso anterior.

“Para las normas Sociedad americana para pruebas y materiales ASTM A 615, A 616 y A 617, la resistencia a la fluencia debe corresponder a la determinada por los resultados de pruebas de varillas de sección transversal completa

Para las normas Sociedad americana para pruebas y materiales ASTM A 615, A 616 y A 617, los requisitos para la prueba de doblado de todas las varillas; desde la No. 3 hasta la No.11 deben hacerse en base a dobleces de 180°, en varillas de sección transversal completa, alrededor del gancho

## **2.1 Ganchos estándar**

La terminología Gancho estándar se emplea para identificar:

- Un doblez con ángulo de 180° más una extensión de por lo menos 4 veces el diámetro de varilla, pero no menor de 65 mm en el extremo libre de esta.
- Un doblez con ángulo de 90° más una extensión de por lo menos 12 veces el diámetro de varilla en el extremo de esta.

En referencia a ganchos de estribos y anillos, un doblez con un ángulo de 90° 135 grados más una extensión de por lo menos 6 veces el diámetro de varilla, pero no menor de 65 mm en el extremo de esta.

## **2.2 Doblado de acero**

El acero de refuerzo debe de doblarse en frio. En ningún caso el elemento de acero de refuerzo que haya sido ya fundido debe doblarse, sino se debe hacer hasta que este seque ya que se ha convertido en una estructura monolítica

## **2.3 Característica de la superficie de los refuerzos**

Al realizar la fundición de un elemento de concreto reforzado, las varillas de acero de refuerzo deberán de estar limpias no debe de contener ningún tipo de material que impida su adherencia al concreto, siendo estar lodo, aceite u otro que perjudique el metal.

## **2.4 Espaciamiento mínimo**

La separación libre entre varillas paralelas de una capa no debe ser menor, que el diámetro de la varilla ni menor de 1” (pulgada) Cuando el refuerzo paralelo se coloque en dos o más capas, las varillas de las capas superiores deben colocarse arriba de las que están en las capas inferiores, con una distancia libre entre ambas no menor de 1” (pulgada)

## **2.5 Recubrimientos mínimos**

Para el proceso de recubrimientos mínimos de concreto al acero de refuerzo se estipulan las siguientes especificaciones.

- El Concreto que tenga contacto con el suelo y está permanentemente expuesto 7.50 cm.
- El Concreto que este expuesto al suelo o a las acciones climatológicas vigas y columnas, refuerzos principales, anillos de acero, estribos en forma de espiral: 4.0 cm.

- Para paquetes de varillas el recubrimiento mínimo debe ser el correspondiente al diámetro que será equivalente del paquete, el recubrimiento máximo en estos casos será de 5 cm.

## **2.6 Longitudes de desarrollo y traslapes.**

Para desarrollar la resistencia se deberá proporcionar la longitud mínima necesaria de diseño para el acero de refuerzo en una sección crítica de la estructura, para varillas sujetas a esfuerzos de tensión, se estipula que la longitud de desarrollo mínima para estos casos será de 30 cm

En la determinación de la longitud de desarrollo de varillas en este caso individual dentro de un paquete sujeto a esfuerzos de tensión o compresión, se rige que esta sea igual a la longitud de desarrollo de la varilla de acero individual, a esto se le suma un 20% de la longitud para que, en paquetes de 3 varillas, y un porcentaje adicional de 33% para paquetes de 4 varillas de acero.

La longitud de desarrollo a necesitar se podrá obtener a través de ganchos de manera estándar, se tomará en cuenta la longitud de anclajes el cual será igual a la de un gancho, según el inciso 12.5 del American Concrete Institute con código 318.

Los traslapes en piezas que están sometidas a tensión, sus longitudes se regirán por los requisitos sobre empalmes según lo siguiente:

### **EMPALME CLASE**

A --- 1.00 Ld

B --- 1.30 Ld

C --- 1.70 Ld



Los traslapes deberán tener una longitud mínima de 30 centímetros, en relación a las varillas por paquetes se regirán por el inciso (b) de esta misma sección.

Para empalmes su longitud mínima en elemento que están sometidos a compresión no debe ser menor a  $0.007 \times F_y \times db$  esto cuando  $F'_c$  sea menor a los 210 kilogramos/centímetro cuadrado, en este caso se debe incrementar  $1/3$  la longitud del empalme.

Para toda estructura la cual estarán sometidas a flexión, en los paquetes de varillas que se han cortado en el claro deben estos de finalizar en distintos puntos y de forma separada este debe tener un traslape de longitud 40 veces el diámetro que posee la varilla,

### **3. CALIDAD**

La dosificación y producción del concreto debe alcanzar su resistencia mínima a los esfuerzos de compresión ( $F'_C$ ) todo ello en relación con lo especificado en los planos. El juego de planos en todas sus modalidades debe de tener claramente la indicación de las resistencias del concreto. Cada elemento estructural debe ser especificado su resistencia a la compresión, considerando de manera mínima un  $F'_C$ : 3,000 libras por pulgada cuadrada PSI, para los elementos en general. Para poder tener veracidad de la calidad de la resistencia de deberán presentar pruebas realizadas en laboratorio de concreto estas sometidas a compresión y torsión, habiendo alcanzando los lineamientos y parámetros estipulados en las normas.

### **4. PROPORCIÓN**

La proporción de los materiales los cuales componen el concreto a utilizar, deberá determinado utilizando la siguiente proporción 1:2:3 la cual estipula las siguientes cantidades de materiales Cemento 8.4 sacos, 0.47 de arena de río, 0.71 de grava o

pedrín, estas mezclas soportaran cargas de diseño, y para las estructuras que no soportaran cargas de diseño se recomienda una proporción de 1:3:6 la cual se estipula con las cantidades siguientes: Cemento 5.5 sacos, 0.47 de material arena de rio y 0.94 de material pedrín estas proporciones basadas por cada metro cubico.

Para poder tener un desplazamiento sin problemas del concreto en el interior de la formaleta y acero a la hora de fundir, la mezcla debe cumplir con las características de trabajabilidad y consistencia.

Es necesario que para las mezclas de concreto se deban cumplir con los requisitos descritos en relación a la resistencia. Se deberán de diseñar de manera correcta la proporcionalidad para la opción de un concreto idóneo, estas antes mencionada en planos.

## **5. EVALUACIÓN Y SU ACEPTACIÓN.**

La frecuencia de las pruebas es tal como el volumen total del concreto, se deben proporcionar 5 muestras de probetas o más, al azar se debe seleccionar una muestra de las 5 o cada una de las mezclas si fuesen menor que 5. Esto con la finalidad de hallar un resultado positivo de resistencia, a estos datos recolectados se deben de promediar y rediseñar la mezcla para su aprobación debe pasar la prueba de los 28 días.

Si se cumplen los siguientes requisitos, se tendrá como resultado del nivel para resistencia del concreto efectiva:

Se tomarán tres pruebas de resistencia de manera consecutiva, este debe tener un valor de resistencia mínima a la compresión  $f'c$  que se requiera será igual o superior a esta. En ningún resultado individual de prueba de resistencia en los cilindros o también

llamado valor promedio debe de presentar el siguiente valor 35 kilogramos/centímetros cuadrados, no menos de esta.

## **6. CONSIDERACIONES PREVIAS AL MEZCLADO Y COLOCACION**

- Las condiciones del equipo para el mezclado y el transporte de concreto deberán de ser las mejores en limpieza y buen estado de sus piezas.
- Antes de realizar la mezcla se deberán de retirar del área materiales que puedan perjudicar la calidad del mismo, quitarse escombros, quitarse el agua que por situaciones adversas se acumule en la formaleta.
- Se deber de verificar la adecuada colocación de la formaleta y su engrasado antes de cada vaciado de concreto.
- Se debe aplicar agua en muros para humedecerlos de tal manera que el concreto tenga una buena adherencia.
- Las varillas de acero deberán estar aseguradas antes de su fundición estando libre de cualquier tipo de material que perjudique su calidad.
- Las áreas donde el concreto ya halla fraguado deben dejarse libres de lechada o cualquier otro tipo de material adicional al concreto.

## **7. MEZCLADO**

Antes de vaciar el concreto este debe mezclarse de la mejor manera hasta alcanzar una distribución uniforme de sus componentes, y los materiales tengan consistencia.

Si en dado caso se utilizara concreto Pre-mezclado debe de cumplir con las especificaciones de concreto premezclado establecido en la norma American Society for Testing and Materials C -94.

Si el concreto se prepara in situ, se deberá utilizar equipo de mezcladora mecánica, este debe ser manipulado por una persona con conocimientos sobre el mismo. Como recomendación la mezcladora debe de ser vaciada en su totalidad (ser volcada) la prolongación debe ser como mínimo 1 minuto y medio después que cada uno de los componentes de la mezcla sean colocados dentro del tambor de la mezcladora.

En el proceso de mezcla de los materiales se deberá verificar con mucho cuidado las cantidades de agua y cemento y no saturarla de agua para que la mezcla pueda obtener una consistencia idónea.

## **8. TRANSPORTE**

La mezcla de concreto al momento de transportarla debe seguir la secuencia del equipo mezclador hasta el lugar donde se fundirá, utilizando métodos de transporte donde el concreto no se contamine y no haya segregación de cada uno de los materiales que lo componen.

El equipo de transporte debe tener la capacidad y los procedimientos adecuados para su colocación, sin tener ningún tipo de obstáculo o interrupción que perjudiquen la plasticidad del concreto.

## **9. COLOCACIÓN DE CONCRETO.**

La mezcla de concreto debe de colocarse a la más mínima distancia posible donde se ubique el proyecto para evitar la segregación.

Para poder colocar el concreto debe de realizarse de una forma dinámica y con mucha diligencia para que el concreto conserve su calidad en todo el proceso. No se utilizará concreto el cual este endurecido o este contaminado, desde la preparación de la mezcla se permitirá un tiempo de 30 minutos hasta su colocación.

Durante el vaciado de concreto o fundición, este una vez iniciado se deberá continuar hasta finalizar la fundición que se halla elegido, según cada uno de los acuerdos establecidos siempre tomando en consideración las juntas de construcción determinadas en planos.

En el proceso de realización de las juntas de construcción deben quedar totalmente limpias si es necesario tomarse el tiempo para remover cualquier contaminante se realizará la actividad. Las juntas con dirección vertical se humedecerán y deberán cubrirse con lechada de cemento antes del proceso de colocación del concreto.

Para el sistema de entrepiso de los tanques de la planta de tratamiento se deben localizar las juntas cercanas a la mitad del claro de las losas y las vigas, se enfatiza que en columnas principales de muros no se deberá dejar juntas de construcción. Las juntas no deben de afectar la resistencia que tenga la estructura.

Para esparcir el concreto dentro de la formaleta y la obtención de una estructura compacta deberá de vibrarse el concreto cuidadosamente está a través de equipo de vibración para que la mezcla tenga una adherencia ideal al acero de refuerzo y tome su forma según la formaleta, no se debe de aplicar el vibrador directamente al acero de refuerzo.

## **10. CURADO**

El curado de concreto se refiere al proceso en donde se mantiene la temperatura y la humedad adecuada después del vaciado de concreto, con la finalidad de que la estructura alcance su mayor durabilidad y resistencia, cuando este se humedece con agua se hidrata y genera que se endurezca el concreto, mínimo a una temperatura de 10° el agua. Esto se debe de hacer por 7 días mínimo.

El agua para curado en obra puede rociarse como niebla directamente al concreto a través de una manguera, en donde al regarlo se debe evitar la aplicación de agua a chorro ya que esta puede afectar el material erosionándolo.

## **11. FORMALETA**

### **11.1. Para el diseño y su colocación.**

Para el diseño de formaletas deben de ofrecer seguridad y ser elegidas respecto a la función que realizaran definiendo su tipología estructural, debe ser resistente, no debe de permitir que haya deformación al momento de fundir la estructuras y deben de estar limpias para que no afecte la calidad del concreto a vaciar.

Las formaletas serán de madera para la ejecución de la obra esta debe cumplir con limpieza y su resistencia, así mismo deben ser cortadas con perfección para obtener un resultado eficaz.

La formaleta debe de estar bien impermeabilizada y debe estar segura su estructura puntal, reglas y tablas para que al momento del vacío de concreto esta no colapse por tal razón cada una de las estructuras deben mostrar rigidez y se deberá inspeccionara para asegurarla.

## 11.2. RETIRO

Para desencofrar o extracción de formaleta y retiro de los puntales, deberán quitarse sin hacer daño a la estructura y ser extraídas cumpliendo cada uno de los tiempos hasta que la estructura sea estable.

- Los periodos para poder extraer la formaleta son los siguientes:
- Muros, columnas y elementos verticales 7 días
- Vigas 15 días

### Diseño hidráulico

## PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES

### DATOS DE DISEÑO

<b>Población actual:</b>	<b>164</b> habitantes
<b>Tasa de crecimiento:</b>	<b>3.82</b> %
<b>Dotación bruta:</b>	<b>140</b> lts/día (tierra calida)

### POBLACIÓN FUTURA A 30 AÑOS

$$P_f = P_o * \left(1 + \frac{i}{100}\right)^t$$

Donde:  
 $P_f$ : Población futura [hab]  
 $P_o$ : Población inicial [hab]  
 $i$ : tasa de crecimiento [%]  
 $t$ : periodo de tiempo [años]

<b>Pf=</b>	164	3.080	<b>506 hab.</b>
------------	-----	-------	-----------------

### DOTACIÓN BRUTA

$$D_{bruta} = \frac{D_{neta}}{(1 - \%P)} = \frac{140 \frac{L}{hab} / día}{(1 - 25\%)} = 187 L/hab/día$$

### CAUDAL MEDIO DIARIO

$$Q_{md} = \frac{P_f * D_{bruta}}{864000 s} = \frac{506 hab * 187 l/hab/día}{86400 seg} = 1.10 L/seg$$

### CAUDAL MÁXIMO DIARIO

$$Q_{maxd} = (K1)(Q_{md}) = (1.4)(1.10) = 1.54 L/seg$$

### CAUDAL MÁXIMO HORARIO

$$Q_{mh} = (K2)(Q_{maxd}) = (1.60)(1.54 L/seg) = 0.002464 \frac{m^3}{seg} = 0.0050$$

### CANAL DE ENTRADA

Nota: El diámetro de la tubería de entrada es de 8" = 0.25 m por lo cual se propone una base de la misma medida. Y la Velocidad de 0.30 m/seg a 0.60 m/seg

$$Q = V * A \quad \text{despejando } A = \frac{Q}{V} = A = \frac{0.0025 \frac{m^3}{seg}}{0.60 \frac{m}{seg}} = 0.0042 m^2$$

**Tirante "Y"**

$$A = Y * b \quad \text{despejando } Y = \frac{A}{b} = Y = \frac{0.0042 \frac{m^3}{seg}}{0.25 m} = 0.02 m$$

### Rejas

*Criterios de Diseño*

- Angulo inclinación= 60°
- S= 0.005 m
- e= 0.0254 m
- b=0.25 m
- Vrejaobstruida= 0.60 m/seg.

**Área Libre:**

$$AL = \frac{Q_{maxhorario}}{VrejaObs.} = \frac{0.0025 \frac{m^3}{seg}}{0.60 m/seg} = 0.0042 m^2$$

$$A = b * h \quad \text{despejando } h = \frac{A}{b} = \frac{0.0042 \frac{m^3}{seg}}{0.25 m} = 0.0168 m = 0.02 m$$

**Separación entre barras:**

$$bg = \left( \frac{b - e}{s + t} + 1 \right) e \quad bg = \left( \frac{0.25 m - 0.0254 m}{0.005 + 0.0254} + 1 \right) 0.0254 m \\ = 0.21305 m$$

**Área libre de sección de barras:**

$$\text{sen } 60^\circ = \frac{H}{L} = \text{despejando } L = \frac{H}{\text{Sen } 60^\circ} = \frac{0.30 m}{\text{sen } 60^\circ} = 0.3464 m$$

**Área de espacios:**

$$Ae = L * bg = 0.3464 * 0.21305 = 0.074 m^2$$



**Velocidad que fluye en los espacios de la rejilla:**

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0025 \frac{m^3}{seg}}{0.074 m^2} = 0.03645 m/seg$$

**No. De barras para la rejilla:**

$$No. barras = \left(\frac{bg}{e}\right) - 1 = \left(\frac{0.21305}{0.0254}\right) - 1 = 7.39 = 8 barras$$

**Comprobando perdida de carga:**

$$H_f = B \left(\frac{S}{e}\right)^{\frac{4}{3}} \left(\frac{V^2}{2g}\right) \text{ sen } 60^\circ = 1.79 \left(\frac{0.005}{0.0254}\right)^{\frac{4}{3}} \left(\frac{0.60^2}{19.6}\right) \text{ sen } 60^\circ = 0.0963$$

$$= 0.01 m$$

(cumple es menor a 0.15 m)

### DISEÑO DEL CANAL DESARENADOR

**Criterios De diseño:**

$$V = 0.30 m/seg$$

$$Q = 0.00252 m^3/seg = 217.728 m^3/dia$$

$$Tagua = 15.5^\circ C$$

$$Densidad Arena = 2.65$$

$$Eliminación = 90\%$$

$$V = 0.30 \frac{m}{s} \left(\frac{60 min}{1 min}\right) \left(\frac{60 mn}{1 hora}\right) \left(\frac{24 horas}{1 día}\right) = 25920 m/dia$$

**Área desarenador:**

$$A = \frac{Q}{V} = A = \frac{217.728 \frac{m^3}{seg}}{25920 \frac{m}{seg}} = 0.0084 m^2$$

**Ancho del Desarenador:**

$$A = 1.5(b^2) = \text{despejando } b = \frac{\sqrt{A}}{1.5} = \sqrt{\frac{0.0084 m^2}{1.5}} = 0.07483 = 0.10 m$$

se tomara 0.30 metros

**Cálculo de “h” desarenador:**

$$h = 1.5(.10) = 0.15 \text{ m}$$

**Tiempo de retención:**

$$tr = \frac{h}{V_{sedimento}} = \frac{0.15 \text{ m}}{0.02 \text{ m/seg}} = 7.5 \text{ segundos}$$

**Largo desarenador:**

$$L = tr * V = 7.5 \text{ segundos} * 0.30 \text{ m/seg} = 2.5 \text{ metros} \\ + 25\% \text{ por turbulencia} = 2.82 \text{ metros}$$

### **DISEÑO DE SEDIMENTADOR PRIMARIO**

- $0.00252 \text{ m}^3/\text{seg} = 217.728 \text{ m}^3/\text{día} = \mathbf{218 \text{ m}^3/\text{día}}$

Valor superficial de la carga = Propuesta  $15 \text{ m}^3/\text{m}^2 * \text{día}$

$$A = \frac{Q}{CS} = \frac{218 \text{ m}^3/\text{día}}{15 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} * \text{día}} = 14.55 \text{ m}^2$$

Proponiendo una relación de largo-ancho de 3 y 1 se calcula el largo y ancho del tanque.

$$3L^2 = 14.5 \text{ m}^2 \quad \text{despejando } L = \sqrt{\frac{14.5}{3}} = 2.20 \text{ m}$$

Redondeo:  $2.20 \rightarrow 3$  ANCHO:  $3.00 \text{ m}$  LARGO:  $5.00 \text{ m}$ .

**Volumen del Sedimentador:**

Proponiendo profundidad=  $3.00 \text{ metros}$

$$\underline{\text{Volumen} = 3.00 \text{ m} * 5.00 \text{ m} * 3.00 \text{ m} = 45.00 \text{ m}^3}$$

$$CS = \frac{Q}{A} = \frac{218 \text{ m}^3/\text{día}}{(5 * 3)} = \frac{14.53 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}}{\text{día}} \text{ (nueva carga superficial)}$$

**Tiempo de Retención:**

$$Tr = \frac{Vol}{Q} = \frac{2145 \text{ m}^3}{218 \text{ m}^3/\text{día}} = 0.20 \text{ días} = 4.8 \text{ horas}$$

**Calculo de la velocidad de Arrastre:**

Valores:

- Constante Cohesión:  $k=0.05$

- Gravedad Especifica:  $s = 1.25$
- Aceleración gravitacional:  $g = 9.806 \text{ m/seg}^2$
- Diámetro de Partícula:  $d = 100 \text{ } \mu\text{m}$
- Factor de Fricción (Darcy-Weisbach):  $f = 0.025$

$$VH = \sqrt{\frac{8K(S-1)gd}{f}} = \sqrt{\frac{8(0.05)(9.806)(100 \text{ E} - 6)}{0.025}} = 0.0622 \text{ m/seg}$$

$$VH = \frac{Q}{A} = \frac{218 \text{ m}^3/\text{dia}}{(3 \text{ m} * 4 \text{ m})} = 18.16 \frac{\text{m}}{\text{día}} = 0.000210 \text{ m/seg}$$

#### Remoción DBO-SST:

$$\text{Rem. DBO} = \frac{t}{a + b * t} = \frac{4.8}{0.018 + 0.014 * 4.8} = 42.10 \%$$

$$\text{Rem. DBO} = \frac{t}{a + b * t} = \frac{4.8}{0.0075 + 0.014 * 4.8} = 64.25 \%$$

#### DISEÑO DEL FILTRO PERCOLADOR

- $0.00252 \text{ m}^3/\text{seg} = 119384.94 \text{ gal/día}$

#### Calculo del DBO (Demanda Química de Oxígeno)

PARAMETROS	CARGA (gl/hab/día)
DQO	140
DBOs	70
NKT	10
Ptotal	2.5
SS	80

$$DQO = \frac{C * hab}{Qd} = \frac{140 * 628 \text{ hab}}{218} = 403.80 \frac{\text{gl}}{\text{m}^3} \text{ (valor máx. del parámetro)}$$

$$\text{Valor Máx Permisible} = DQO * \text{CoefPunta} = 403.80 * 1.58 = 638 \frac{\text{gl}}{\text{m}^3}$$

Cumple.

#### Calculo del DBOs (Demanda Química de Oxígeno)

$$DQOs = \frac{C * hab}{Qd} = \frac{70 * 628 \text{ hab}}{218} = 201.90 \frac{\text{gl}}{\text{m}^3} \text{ (valor máx. del parámetro)}$$

$$\text{Valor Máx Permisible} = \text{DQOs} * \text{CoefPunta} = 201.90 * 1.58 = 333 \frac{\text{gl}}{\text{m}^3}$$

Cumple.

La eficiencia estimada es del 82% (criterio) el valor de DBO al final de la etapa de tratamiento debe ser de 100 mg/litro según acuerdo gubernativo 236-2006.

$$E = \frac{\text{DBOs} - \text{DBOfinal}}{\text{DBOinicial}} = \frac{333.22 - 100}{333.22} = 0.6998 = 70\%$$

$$\text{comprobando : } 333.222(333.222 * 0.6998) = 100 \text{ cumple}$$

**Volumen del filtro percolador:**

$$E^2 = \frac{100}{1 + 0.0561 \left(\frac{W}{V} * F\right)^{\frac{1}{2}}} \text{ despejando } F$$

$$F = \frac{1+R}{\left(1+\frac{R}{10}\right)^2} = F = \frac{1+R}{\left(1+\frac{R}{10}\right)^2} = F1$$

Para W el factor de conversión 8.34; lb/(mgal/mg/l)

$$W = 119384.94 \frac{\text{gl}}{\text{día}} * 333.222 \frac{\text{mg}}{\text{l}} * 8.34 = 331779281.89551 \text{ DBO/DA}$$

Despejando V:

$$V = \frac{W(0.0561)^2}{F \left(\frac{100}{E-1}\right)^2} = \frac{331779281.89551 (0.0561)^2}{F \left(\frac{100}{70-1}\right)^2} = 11.4613 = 4128.03 \text{ ft}^3$$

Dimensionamiento Filtro percolador:

$$V = L * A * h$$

$$L = 2A$$

$$4128.03 \text{ ft}^3 = 2A * A * h$$

$$4128.03 \text{ ft}^3 = 2A * h \quad \text{nota: Para } h = 3.50 = 11.4829 \text{ ft}^3$$

$$4128.03 \text{ ft}^3 = 2A * 11.4829 \text{ ft}^3$$

$$A^2 = \frac{4128.03 \text{ ft}^3}{22.9658} = 179.75$$

$$A = \sqrt{179.75} = 13.40 \text{ ft} * \frac{1 \text{ m}}{3.28 \text{ ft}} = 4.087 \text{ m}$$

$$L = 2(4.00 \text{ m}) = 8.00 \text{ m}$$

$$\text{DIMENSIÓN FINAL DEL FILTRO} = 8.00 * 5.50 * 2.70 = 118.8 \text{ m}^3.$$

## Costos y Presupuesto

### COSTOS Y PRESUPUESTOS DISEÑO PTAR

No.	REGLON	CANTIDAD	UNIDA DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.1	LIMPIEZA DEL TERRENO	261.00	M2	Q 44.73	Q 11,675.00
1.2	TRAZO Y REPLANTEO PLANTA DE TRATAMIENTO	166.65	M2	Q 59.37	Q 9,894.75
<b>2</b>	<b>TRATAMIENTO PRELIMINAR</b>				
2.1	EXCAVACIÓN	6.75	M3	Q 787.58	Q 5,316.19
2.2	COLOCACIÓN DE ACERO No. 3 GRADO 60 +COLOCACIÓN DE FORMALETA	667.00	ML	Q 44.49	Q 29,677.50
2.3	COLOCACIÓN DE CONCRETO F'C 230 KG/CM2	3.20	M3	Q 3,808.98	Q 12,188.75
2.4	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y TAPAS DE METAL	3.00	ML	Q 2,255.83	Q 6,767.50
2.5	ACABADOS FINALES	35.00	M2	Q 176.30	Q 6,170.63
<b>3</b>	<b>TANQUE SEDIMENTADOR</b>				
3.1	EXCAVACIÓN	67.10	M3	Q 232.43	Q 15,595.58
3.2	COLOCACIÓN DE ACERO No. 3 GRADO 60 +COLOCACIÓN DE FORMALETA	2670.00	ML	Q 26.46	Q 70,643.75
3.3	COLOCACION DE CONCRETO F'C 230 KG/CM2	19.37	M3	Q 2,077.24	Q 40,230.48
3.4	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y TAPAS DE CONCRETO	3.00	ML	Q 3,007.08	Q 9,021.25
3.5	ACABADOS FINALES	140.00	M2	Q 125.53	Q 17,573.75
<b>4</b>	<b>TANQUE FILTRO PERCOLADOR</b>				
4.1	EXCAVACIÓN	157.73	M3	Q 139.35	Q 21,979.32
4.2	COLOCACIÓN DE ACERO No. 3 GRADO 60 +COLOCACIÓN DE FORMALETA	4233.32	ML	Q 21.12	Q 89,389.50
4.3	COLOCACIÓN DE CONCRETO F'C 230 KG/CM2	33.50	M3	Q 1,825.00	Q 61,137.50
4.4	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y TAPAS DE CONCRETO	12.00	ML	Q 857.60	Q 10,291.25
4.5	ACABADOS FINALES	220.00	M2	Q 90.11	Q 19,823.75
<b>5</b>	<b>TANQUE CLORADOR</b>				
5.1	EXCAVACIÓN	9.07	M3	Q 910.62	Q 8,261.15
5.2	COLOCACIÓN DE ACERO No. 3 GRADO 60 +COLOCACIÓN DE FORMALETA	717.60	ML	Q 25.46	Q 18,272.75
5.3	COLOCACION DE CONCRETO F'C 230 KG/CM2	3.41	M3	Q 2,868.33	Q 9,781.00
5.4	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y TAPAS DE CONCRETO	18.00	ML	Q 529.51	Q 9,531.25
5.5	ACABADOS FINALES	21.60	M2	Q 337.36	Q 7,286.88
<b>6</b>	<b>PATIO DE SECADOS</b>				
6.1	ZAPATAS 0.60 X 0.60 + CIMIENTO CORRIDO	16.20	ML	Q 505.42	Q 8,187.88
6.2	COLUMNAS 0.15 x0.15	16.80	ML	Q 172.40	Q 2,896.25
6.3	PISO DE PATIO	14.00	M3	Q 988.30	Q 13,836.25
6.4	INSTALACION DE TECHO	18.00	M2	Q 481.46	Q 8,666.25
6.5	BANQUETA DEL AREA DE PTAR	58.59	M2	Q 206.52	Q 12,100.13
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 536,196.22</b>

<b>CÓDIGO DE RENGLÓN</b>	1			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	OBRAS PRELIMINARES			
1.1	<b>LIMPIEZA DEL TERRENO</b>			
	<b>CANTIDAD</b>	261	<b>M2</b>	
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
CARGADOR FRONTAL 2 TON , combustible tipo diesel.	HORA MAQUINA	16	Q 450.00	Q 7,200.00
			Q	-
	<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>			<b>Q 7,200.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	3	Q 350.00	Q 1,050.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	3	Q 150.00	Q 450.00
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	HORA	16	Q 30.00	Q 480.00
BANDERISTA	HORA	16	Q 10.00	Q 160.00
	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>Q 2,140.00</b>
<b>INTEGRACIÓN DE COSTOS</b>				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 7,200.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 2,140.00
TRANSPORTE				Q 467.00
GASTOS INDIRECTOS				Q 1,868.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 44.73</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 11,675.00</b>
1.2	<b>TRAZO Y REPLANTEO PLANTA DE TRATAMIENTO</b>			
	<b>CANTIDAD</b>	166.65	<b>M2</b>	
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
EQUIPO DE TOPOGRAFIA	DIA	2	Q 700.00	Q 1,400.00
CAL	BOLSA	8	Q 35.00	Q 280.00
REGLA 2"x3"x10'	UNIDAD	104	Q 20.00	Q 2,080.00
CLAVO 3" PARA MADERA	LB	5	Q 8.00	Q 40.00
HILO PLASTICO	UNIDAD	2	Q 18.00	Q 36.00
			Q	-
	<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>			<b>Q 3,836.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
TOPOGRAFO	DIA	2	Q 600.00	Q 1,200.00
TRAZO Y ESTAQUEADO	M2	156.65	Q 12.00	Q 1,879.80
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	2	Q 350.00	Q 700.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	2	Q 150.00	Q 300.00
	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>Q 4,079.80</b>
<b>INTEGRACIÓN DE COSTOS</b>				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 3,836.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 4,079.80
TRANSPORTE				Q 395.79
GASTOS INDIRECTOS				Q 1,583.16
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 59.37</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 9,894.75</b>

<b>CÓDIGO DE RENGLÓN</b>	2			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	TRATAMIENTO PRELIMINAR			
<b>EXCAVACIÓN</b>				
2.1	<b>CANTIDAD</b>	6.75	<b>M3</b>	
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
PALAS	UNIDAD	4	Q 65.00	Q 260.00
PIOCHAS	UNIDAD	4	Q 72.00	Q 288.00
CARRETILLAS	UNIDAD	2	Q 310.00	Q 620.00
BAILARIANA CX ( El rendimiento depende de el grado de com	HORA	5	Q 35.00	Q 175.00
<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>				<b>Q 1,343.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
EXCAVACION	M3	6.75	Q 35.00	Q 236.25
NIVELACION	M2	4.87	Q 10.00	Q 48.70
OPERADOR DE BAILARINA (Incluye combustible diesel)	HORA	5	Q 25.00	Q 125.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	5	Q 350.00	Q 1,750.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	5	Q 150.00	Q 750.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 2,909.95</b>
<b>INTEGRACIÓN DE COSTOS</b>				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 1,343.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 2,909.95
TRANSPORTE				Q 212.65
GASTOS INDIRECTOS				Q 850.59
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 787.58</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 5,316.19</b>
<b>COLOCACIÓN DE ACERO No. 3 GRADO 60 +COLOCACIÓN DE FORMALETA</b>				
2.2	<b>CANTIDAD</b>	667	<b>ML</b>	
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
ACERO No. 3 3/8" @ 0.20 m en ambos sentidos	VARILLAS	115	Q 32.00	Q 3,680.00
ALAMBARE DE AMARRE	LB	45	Q 8.00	Q 360.00
TABLAS DE 12"x 1"x	UNIDAD	25	Q 60.00	Q 1,500.00
REFUERZO HORIZONTAL MADERA DE 2"x3"x	UNIDAD	11	Q 30.00	Q 330.00
PUNTALES DE MADERA DE 2"x2"	UNIDAD	23	Q 20.00	Q 460.00
CLAVOS DE 3 1/2"	LB	15	Q 8.00	Q 120.00
<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>				<b>Q 6,450.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Armado de Hierro Ø 3/8"	ML	667	Q 5.00	Q 3,335.00
Hechura de formaleta de fundición	m2	26	Q 20.00	Q 520.00
Retiro de Formaleta	m2	26	Q 12.00	Q 312.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	15	Q 350.00	Q 5,250.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	15	Q 150.00	Q 2,250.00
AYUDANTE	HOMBRES	5	Q 1,125.00	Q 5,625.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 17,292.00</b>
<b>INTEGRACIÓN DE COSTOS</b>				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 6,450.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 17,292.00
TRANSPORTE				Q 1,187.10
GASTOS INDIRECTOS				Q 4,748.40
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 44.49</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 29,677.50</b>

2.3	COLOCACION DE CONCRETO F'c 230 KG/CM 2			
	CANTIDAD		3.2	M 3
	MATERIAL Y EQUIPO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CEMENTO GRIS 4000 psi UGC	Saco	40	Q 78.00	Q 3,120.00
ARENA DE RIO	M3	3	Q 125.00	Q 375.00
PIEDRIN 1/2"	M3	2	Q 200.00	Q 400.00
CONCRETERA ( 1 SACO )	HORA	24	Q 25.00	Q 600.00
			Q	-
			Q	-
TOTAL MATERIAL Y EQUIPO				Q 4,495.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Colocacion de Concreto Tipo A 5000 psi	M3	3.2	Q 80.00	Q 256.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	5	Q 350.00	Q 1,750.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	5	Q 150.00	Q 750.00
ALBAÑIL	DIA	3	Q 125.00	Q 375.00
AYUDANTE	HOMBRES	5	Q 375.00	Q 1,875.00
Operador de concretera	DIA	5	Q 50.00	Q 250.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 5,256.00
INTEGRACIÓN DE COSTOS				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 4,495.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 5,256.00
TRANSPORTE				Q 487.55
GASTOS INDIRECTOS				Q 1,950.20
PRECIO UNITARIO				Q 3,808.98
PRECIO TOTAL				Q 12,188.75
2.4	INTALACION DE TUBERÍAS Y PLANCHAS DE METAL			
	CANTIDAD		3	ML
	MATERIAL Y EQUIPO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TUBO PVC 6" 100 PSI	UNIDAD	1	Q 665.00	Q 665.00
TEE PVC de 6"	UNIDAD	1	Q 90.00	Q 90.00
CODO PVC de 6"	UNIDAD	1	Q 110.00	Q 110.00
ADAPTADOR MACHO PVC de 6"	UNIDAD	1	Q 73.00	Q 73.00
TUBO PEGAMENTO PVC	UNIDAD	1	Q 170.00	Q 170.00
TEFLON de 3/4"	ROLLO	6	Q 8.00	Q 48.00
TAPAS DE METAL CUBIERTA CANAL DE ENTRADA	UNIDAD	11	Q 150.00	Q 1,650.00
			Q	-
TOTAL MATERIAL Y EQUIPO				Q 2,806.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Colocacion de Tuberia de Ø 6"	ML	6	Q 18.00	Q 108.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	5	Q 350.00	Q 1,750.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	5	Q 150.00	Q 750.00
			Q	-
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,608.00
INTEGRACIÓN DE COSTOS				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 2,806.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 2,608.00
TRANSPORTE				Q 270.70
GASTOS INDIRECTOS				Q 1,082.80
PRECIO UNITARIO				Q 2,255.83
PRECIO TOTAL				Q 6,767.50
2.5	ACABADOS FINALES			
	CANTIDAD		35	M 2
	MATERIAL Y EQUIPO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CEMENTO GRIS 4000 psi UGC	Saco	8	Q 78.00	Q 624.00
ARENA DE RIO	M3	0.5	Q 125.00	Q 62.50
			Q	-
			Q	-
			Q	-
TOTAL MATERIAL Y EQUIPO				Q 686.50
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
REPELLO + CERNIDO +ALISADO	M 2	35	Q 50.00	Q 1,750.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	5	Q 350.00	Q 1,750.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	5	Q 150.00	Q 750.00
			Q	-
TOTAL MANO DE OBRA				Q 4,250.00
INTEGRACIÓN DE COSTOS				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 686.50
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 4,250.00
TRANSPORTE				Q 246.83
GASTOS INDIRECTOS				Q 987.30
PRECIO UNITARIO				Q 176.30
PRECIO TOTAL				Q 6,170.83



<b>CÓDIGO DE RENGLÓN</b>	3			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	TANQUE SEDIMENTADOR			
3.1	<b>EXCAVACIÓN</b>			
	<b>CANTIDAD</b>	67.099	<b>M3</b>	
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
RETROEXCAVADORA CAT 325, combustible tipo diesel. ( Incluye Diesel )	HORA	12	Q 390.00	Q 4,680.00
BAILARIANA CX ( El rendimiento depende de el grado de comportamiento del suelo )	HORA	8	Q 35.00	Q 280.00
<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>				<b>Q 4,960.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
EXCAVACION	M3	67.099	Q 35.00	Q 2,348.47
NIVELACION	M2	23.3	Q 10.00	Q 233.00
OPERADOR DE BAILARINA (Incluye combustible diesel)	HORA	8	Q 25.00	Q 200.00
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	HORA	12	Q 30.00	Q 360.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	5	Q 350.00	Q 1,750.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	5	Q 150.00	Q 750.00
AYUDANTE	HOMBRES	5	Q 375.00	Q 1,875.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 7,516.47</b>
<b>INTEGRACIÓN DE COSTOS</b>				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 4,960.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 7,516.47
TRANSPORTE				Q 623.82
GASTOS INDIRECTOS				Q 2,495.29
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 232.43</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 15,595.58</b>
3.2	<b>FORMALETA</b>			
	<b>CANTIDAD</b>	2670	<b>ML</b>	
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
ACERO No. 3 3/8" @ 0.20 m en ambos sentidos	VARILLAS	450	Q 32.00	Q 14,400.00
ALAMBARE DE AMARRE	LB	165	Q 8.00	Q 1,320.00
TABLAS DE 12"x 1"x12'	UNIDAD	90	Q 60.00	Q 5,400.00
REFUERZO HORIZONTAL MADERA DE 2"x3"x12'	UNIDAD	20	Q 30.00	Q 600.00
PUNTALES DE MADERA DE 2"x2"x12'	UNIDAD	55	Q 20.00	Q 1,100.00
CLAVOS DE 3 1/2"	LB	40	Q 8.00	Q 320.00
<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>				<b>Q 23,140.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Armado de Hierro Ø 3/8"	ML	2670	Q 5.00	Q 13,350.00
Hechura de formaleta de fundición	m2	230	Q 20.00	Q 4,600.00
Retiro de Formaleta	m2	230	Q 10.00	Q 2,300.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	15	Q 350.00	Q 5,250.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	15	Q 150.00	Q 2,250.00
AYUDANTE	HOMBRES	5	Q 1,125.00	Q 5,625.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 33,375.00</b>
<b>INTEGRACIÓN DE COSTOS</b>				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 23,140.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 33,375.00
TRANSPORTE				Q 2,825.75
GASTOS INDIRECTOS				Q 11,303.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 26.46</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 70,643.75</b>



<b>CÓDIGO DE RENGLÓN</b>	4			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	TANQUE FILTRO PERCOLADOR			
4.1	<b>EXCAVACIÓN</b>			
	<b>CANTIDAD</b>	157.72725	<b>M 3</b>	
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
RETROEXCAVADORA CAT 325, combustible tipo diesel. ( Incluye Diesel )	HORA	16	Q 390.00	Q 6,240.00
BAILARIANA CX ( El rendimiento depende de el grado de comportamiento del su	HORA	8	Q 35.00	Q 280.00
<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>				<b>Q 6,520.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
EXCAVACION	M 3	157.72725	Q 35.00	Q 5,520.45
NIVELACION	M 2	48.8	Q 10.00	Q 488.00
OPERADOR DE BAILARINA (Incluye combustible diesel)	HORA	8	Q 25.00	Q 200.00
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	HORA	16	Q 30.00	Q 480.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	5	Q 350.00	Q 1,750.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	5	Q 150.00	Q 750.00
AYUDANTE	HOMBRES	5	Q 375.00	Q 1,875.00
				Q -
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 11,063.45</b>
<b>INTEGRACIÓN DE COSTOS</b>				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 6,520.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 11,063.45
TRANSPORTE				Q 879.17
GASTOS INDIRECTOS				Q 3,516.69
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 139.35</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 21,979.32</b>
4.2	<b>FORMALETA</b>			
	<b>CANTIDAD</b>	4233.32	<b>M L</b>	
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
ACERO No. 3 3/8" @ 0.20 m en ambos sentidos	VARILLAS	730	Q 32.00	Q 23,360.00
ALAMBARE DE AMARRE	LB	85	Q 8.00	Q 680.00
TABLAS DE 12"x 1"x12'	UNIDAD	95	Q 60.00	Q 5,700.00
REFUERZO HORIZONTAL MADERA DE 2"x3"x12'	UNIDAD	38	Q 30.00	Q 1,140.00
PUNTALES DE MADERA DE 2"x2"x12'	UNIDAD	59	Q 20.00	Q 1,180.00
CLAVOS DE 3 1/2"	LB	45	Q 8.00	Q 360.00
<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>				<b>Q 32,420.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Armado de Hierro Ø 3/8"	M L	4233.32	Q 5.00	Q 21,166.60
Hechura de formaleta de fundición	m2	160	Q 20.00	Q 3,200.00
Retiro de Formaleta	m2	160	Q 10.00	Q 1,600.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	15	Q 350.00	Q 5,250.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	15	Q 150.00	Q 2,250.00
AYUDANTE	HOMBRES	5	Q 1,125.00	Q 5,625.00
				Q -
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 39,091.60</b>
<b>INTEGRACIÓN DE COSTOS</b>				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 32,420.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 39,091.60
TRANSPORTE				Q 3,575.58
GASTOS INDIRECTOS				Q 14,302.32
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 21.12</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 89,389.50</b>

4.3	COLOCACION DE CONCRETO F'c 230 KG/CM 2			
	CANTIDAD		33.5	M 3
MATERIAL Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CEMENTO GRIS 4000 psi UGC	Saco	335	78.00 Q	26,130.00
ARENA DE RIO	M 3	28	125.00 Q	3,250.00
PIEDRIN 1/2"	M 3	23	200.00 Q	4,600.00
CONCRETERA ( 1 SACO )	HORA	80	25.00 Q	2,000.00
			Q	-
			Q	-
TOTAL MATERIAL Y EQUIPO				Q 35,980.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Colocacion de Concreto Tipo A 5000 psi	M 3	33.5	80.00 Q	2,680.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	10	150.00 Q	1,500.00
ALBAÑIL	DIA	10	125.00 Q	1,250.00
AYUDANTE	HOMBRES	7	750.00 Q	5,250.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	5	350.00 Q	1,750.00
Operador de concretara	DIA	10	50.00 Q	500.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 12,930.00
INTEGRACIÓN DE COSTOS				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 35,980.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 12,930.00
TRANSPORTE				Q 2,445.50
GASTOS INDIRECTOS				Q 9,782.00
PRECIO UNITARIO				Q 1,825.00
PRECIO TOTAL				Q 61,137.50
4.4	INTALACION DE TUBERÍAS Y PLANCHAS DE METAL			
	CANTIDAD		12	ML
MATERIAL Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TUBO PVC 6" 100 PSI	UNIDAD	2	665.00 Q	1,330.00
TEE PVC de 6"	UNIDAD	2	90.00 Q	180.00
CODDO PVC de 6"	UNIDAD	2	110.00 Q	220.00
ADAPTADOR MACHO PVC de 6"	UNIDAD	2	73.00 Q	146.00
TUBO PEGAMENTO PVC	UNIDAD	1	170.00 Q	170.00
TEFLON de 3/4"	ROLLO	12	8.00 Q	96.00
TAPAS DE METAL CUBIERTA CANAL DE ENTRADA	UNIDAD	6	250.00 Q	1,500.00
			Q	-
TOTAL MATERIAL Y EQUIPO				Q 3,642.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Colocacion de Tuberia de Ø 6"	ML	12	18.00 Q	216.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	5	350.00 Q	1,750.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	5	150.00 Q	750.00
AYUDANTE	HOMBRES	5	375.00 Q	1,875.00
			Q	-
TOTAL MANO DE OBRA				Q 4,591.00
INTEGRACIÓN DE COSTOS				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 3,642.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 4,591.00
TRANSPORTE				Q 411.65
GASTOS INDIRECTOS				Q 1,646.60
PRECIO UNITARIO				Q 857.60
PRECIO TOTAL				Q 10,291.25
4.5	ACABADOS FINALES			
	CANTIDAD		220	M 2
MATERIAL Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CEMENTO GRIS 4000 psi UGC	Saco	28	78.00 Q	2,184.00
ARENA DE RIO	M 3	4	125.00 Q	500.00
			Q	-
			Q	-
TOTAL MATERIAL Y EQUIPO				Q 2,684.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
REPELLO + CERNIDO +ALISADO	M 2	220	40.00 Q	8,800.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	5	350.00 Q	1,750.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	5	150.00 Q	750.00
AYUDANTE	HOMBRES	5	375.00 Q	1,875.00
			Q	-
TOTAL MANO DE OBRA				Q 13,175.00
INTEGRACIÓN DE COSTOS				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 2,684.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 13,175.00
TRANSPORTE				Q 792.95
GASTOS INDIRECTOS				Q 3,171.80
PRECIO UNITARIO				Q 90.11
PRECIO TOTAL				Q 19,823.75

<b>CÓDIGO DE RENGLÓN</b>	5			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	TANQUE CLORADOR			
<b>5.1</b>	<b>EXCAVACIÓN</b>			
	<b>CANTIDAD</b>	<b>9.072</b>	<b>M3</b>	
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
PALAS	UNIDAD	4	Q 65.00	Q 260.00
PIOCHAS	UNIDAD	2	Q 72.00	Q 144.00
CARRETIILLAS	UNIDAD	4	Q 310.00	Q 1,240.00
BAILARIANA CX ( El rendimiento depende de el grado de com	HORA	4	Q 35.00	Q 140.00
<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>				<b>Q 1,784.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
EXCAVACION	M3	9.072	Q 35.00	Q 317.52
NIVELACION	M2	3.24	Q 10.00	Q 32.40
OPERADOR DE BAILARINA (Incluye combustible diesel)	HORA	4	Q 25.00	Q 100.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	5	Q 350.00	Q 1,750.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	5	Q 150.00	Q 750.00
AYUDANTE	HOMBRES	5	Q 375.00	Q 1,875.00
				Q -
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 4,824.92</b>
<b>INTEGRACIÓN DE COSTOS</b>				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 1,784.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 4,824.92
TRANSPORTE				Q 330.45
GASTOS INDIRECTOS				Q 1,321.78
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 910.62</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 8,261.15</b>
<b>5.2</b>	<b>FORMALETA</b>			
	<b>CANTIDAD</b>	<b>717.6</b>	<b>ML</b>	
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
ACERO No. 3 3/8" @ 0.20 m en ambos sentidos	VARILLAS	120	Q 32.00	Q 3,840.00
ALAMBARE DE AMARRE	LB	43	Q 8.00	Q 344.00
TABLAS DE 12"x 1"x12'	UNIDAD	20	Q 60.00	Q 1,200.00
REFUERZO HORIZONTAL MADERA DE 2"x3"x12'	UNIDAD	8	Q 30.00	Q 240.00
PUNTALES DE MADERA DE 2"x2"x12'	UNIDAD	15	Q 20.00	Q 300.00
CLAVOS DE 3 1/2"	LB	5	Q 8.00	Q 40.00
<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>				<b>Q 5,964.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Armado de Hierro Ø 3/8"	ML	717.6	Q 5.00	Q 3,588.00
Hechura de formaleta de fundición	m2	21.6	Q 20.00	Q 432.00
Retiro de Formaleta	m2	21.6	Q 12.00	Q 259.20
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	5	Q 350.00	Q 1,750.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	5	Q 150.00	Q 750.00
AYUDANTE	HOMBRES	5	Q 375.00	Q 1,875.00
				Q -
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 8,654.20</b>
<b>INTEGRACIÓN DE COSTOS</b>				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 5,964.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 8,654.20
TRANSPORTE				Q 730.91
GASTOS INDIRECTOS				Q 2,923.64
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 25.46</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 18,272.75</b>

5.3	COLOCACION DE CONCRETO F'C 230 KG/CM2			
	CANTIDAD		3.41	M3
MATERIAL Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CEMENTO GRIS 4000 psi UGC	Saco	34	78.00	2,652.00
ARENA DE RIO	M3	3	125.00	375.00
PIEDRIN 1/2"	M3	3	200.00	600.00
CONCRETERA ( 1 SACO )	HORA	16	25.00	400.00
				Q -
				Q -
<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>				<b>Q 4,027.00</b>
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Colocacion de Concreto Tipo A 5000 psi	M3	3.41	80.00	272.80
MAESTRO DE OBRA	DIA	2	150.00	300.00
ALBAÑIL	DIA	2	125.00	250.00
AYUDANTE	HOMBRES	5	225.00	1,125.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	5	350.00	1,750.00
Operador de concretora	DIA	2	50.00	100.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 3,797.80</b>
INTEGRACIÓN DE COSTOS				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 4,027.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 3,797.80
TRANSPORTE				Q 391.24
GASTOS INDIRECTOS				Q 1,564.96
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 2,868.33</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 9,781.00</b>
5.4	INTALACION DE TUBERÍAS Y PLANCHAS DE METAL			
	CANTIDAD		18	ML
MATERIAL Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TUBO PVC 6" 100 PSI	UNIDAD	3	665.00	1,995.00
TEE PVC de 6"	UNIDAD	1	90.00	90.00
CODO PVC de 6"	UNIDAD	2	110.00	220.00
ADAPTADOR MACHO PVC de 6"	UNIDAD	1	73.00	73.00
TUBO PVC 3"	UNIDAD	1	220.00	220.00
TUBO PEGAMENTO PVC	UNIDAD	1	170.00	170.00
TEFLON de 3/4"	ROLLO	1	8.00	8.00
TAPAS DE METAL CUBIERTA CANAL DE ENTRADA	UNIDAD	1	150.00	150.00
				Q -
<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>				<b>Q 2,926.00</b>
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Colocacion de Tuberia de Ø 6"	ML	18	18.00	324.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	5	350.00	1,750.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	5	150.00	750.00
AYUDANTE	HOMBRES	5	375.00	1,875.00
				Q -
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 4,699.00</b>
INTEGRACIÓN DE COSTOS				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 2,926.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 4,699.00
TRANSPORTE				Q 381.25
GASTOS INDIRECTOS				Q 1,525.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 529.51</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 9,531.25</b>
5.5	ACABADOS FINALES			
	CANTIDAD		21.6	M2
MATERIAL Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CEMENTO GRIS 4000 psi UGC	Saco	4	78.00	312.00
ARENA DE RIO	M3	0.5	125.00	62.50
				Q -
				Q -
<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>				<b>Q 374.50</b>
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
REPELLO + CERNIDO +ALISADO	M2	21.6	50.00	1,080.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	5	350.00	1,750.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	5	150.00	750.00
AYUDANTE	HOMBRES	5	375.00	1,875.00
				Q -
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 5,455.00</b>
INTEGRACIÓN DE COSTOS				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 374.50
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 5,455.00
TRANSPORTE				Q 291.48
GASTOS INDIRECTOS				Q 1,165.90
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 337.36</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 7,286.88</b>

<b>CÓDIGO DE REGLÓN</b>	6			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	PATIO DE SECADOS			
<b>6.1</b>	<b>ZAPATAS + CIMENTO CORRIDO</b>			
	<b>CANTIDAD</b>	<b>16.2</b>	<b>ML</b>	
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
CEMENTO GRIS 4000 psi UGC	Saco	17	Q 78.00	Q 1,326.00
ARENA DE RIO	M3	1.5	Q 90.00	Q 135.00
PIEDRIN 1/2"	M3	1	Q 150.00	Q 150.00
ACERO Ø 3/8" LEGITIMO	Varilla	15	Q 32.00	Q 480.00
ACERO Ø 1/4"	Varilla	8	Q 12.00	Q 96.00
ALAMBRE DE AMARRE	LB	6	Q 8.50	Q 51.00
BLOCK POMEZ de 0.14 x 0.19 x 0.39 DE 35 kg/cm2	Unidad	122	Q 3.60	Q 439.20
				Q -
	<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>			<b>Q 2,677.20</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Armado + Fundicion de Zapata de 0.6 0x0.60	m3	6	Q 200.00	Q 1,200.00
Levantado de Sobreimiento de block de 0.14 x 0.19 x 0.39	M2	9.18	Q 45.00	Q 413.10
Armado + Fundicion de CC 1 ( 0.20 X 0.40 )	ML	16.2	Q 50.00	Q 810.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	2	Q 350.00	Q 700.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	2	Q 150.00	Q 300.00
AYUDANTE	HOMBRES	3	Q 150.00	Q 450.00
				Q -
	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>Q 3,873.10</b>
<b>INTEGRACIÓN DE COSTOS</b>				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 2,677.20
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 3,873.10
TRANSPORTE				Q 327.52
GASTOS INDIRECTOS				Q 1,310.06
PRECIO UNITARIO				Q 505.42
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 8,187.88</b>
<b>6.2</b>	<b>COLUMNAS 0.15 x 0.15</b>			
	<b>CANTIDAD</b>	<b>16.8</b>	<b>ML</b>	
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
CEMENTO GRIS 4000 psi UGC	Saco	5	Q 78.00	Q 390.00
ARENA DE RIO	M3	0.5	Q 90.00	Q 45.00
PIEDRIN 1/2"	M3	0.5	Q 150.00	Q 75.00
ACERO Ø 3/8" Legitimo	Varilla	16	Q 32.00	Q 512.00
ACERO Ø 1/4"	Varilla	7	Q 12.00	Q 84.00
ALAMBRE DE AMARRE	LB	7	Q 8.50	Q 59.50
TABLA DE 1"X12"X 10"	UNIDAD	24	Q 30.00	Q 720.00
CLAVO 3" PARA MADERA	LB	4	Q 8.00	Q 32.00
				Q -
	<b>TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>			<b>Q 752.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Hecha + fundicion de columna ( 0.15 x 0.20 ) 4N4 + estribos N.2 @ 0.15	ML	16.8	Q 50.00	Q 840.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	1	Q 350.00	Q 350.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	1	Q 150.00	Q 150.00
AYUDANTE	HOMBRES	3	Q 75.00	Q 225.00
				Q -
	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>Q 1,565.00</b>
<b>INTEGRACIÓN DE COSTOS</b>				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 752.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 1,565.00
TRANSPORTE				Q 115.85
GASTOS INDIRECTOS				Q 463.40
PRECIO UNITARIO				Q 172.40
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q 2,896.25</b>

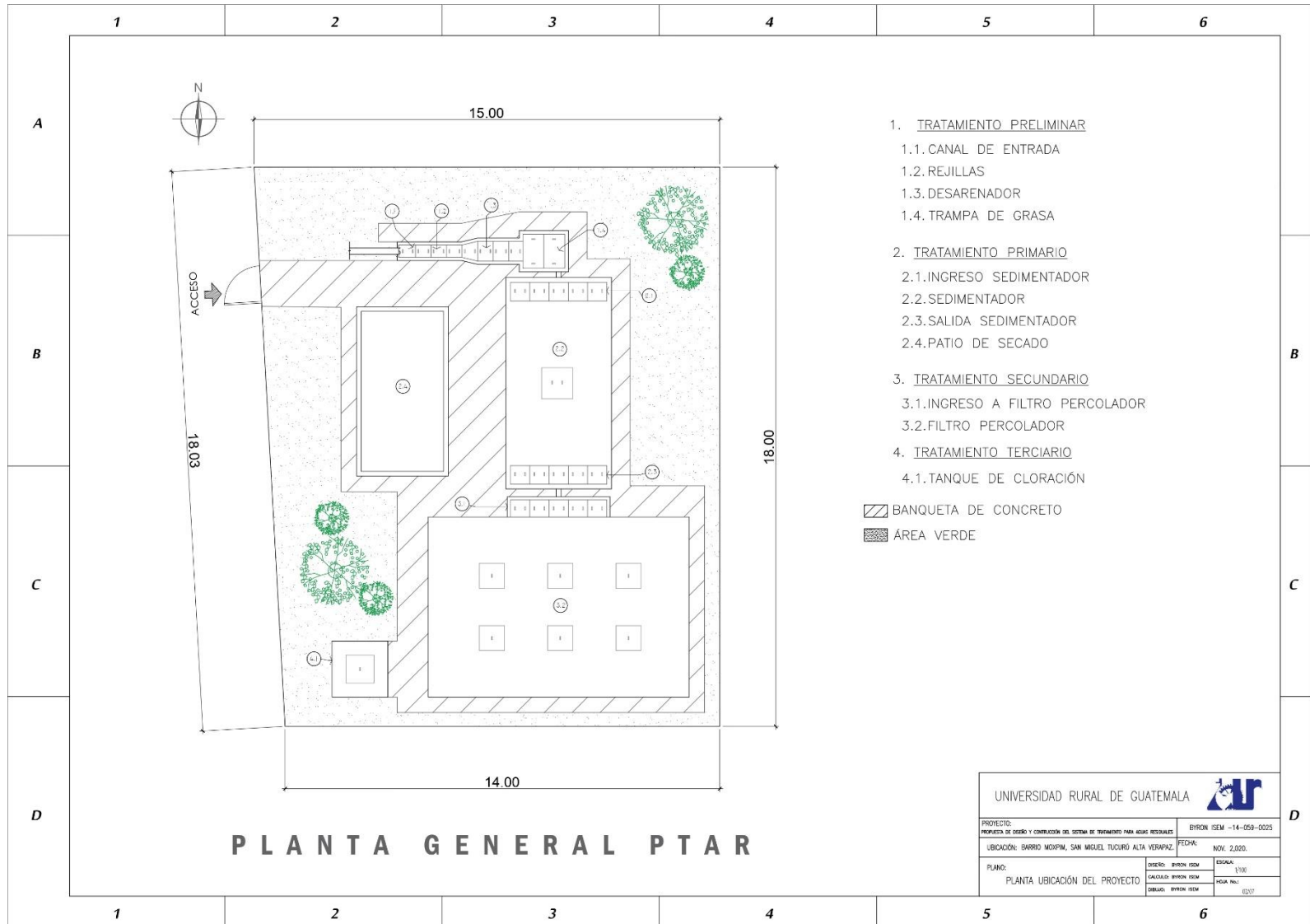
6.3	PISO DE PATIO			
	CANTIDAD	14	M 3	
MATERIAL Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CEMENTO GRIS 4000 psi UGC	Saco	13	78.00	1,014.00
ARENA DE RIO	M 3	1	125.00	125.00
PIEDRIN 1/2"	M 3	0.5	200.00	100.00
CONCRETERA ( 1 SACO )	HORA	3	25.00	75.00
MALLA PARA LOSA	M 2	14	170.00	2,380.00
			Q	-
TOTAL MATERIAL Y EQUIPO				Q 3,694.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
COLOCACIÓN DE MALLA + FUNDICIÓN DE PISO	M 2	14	35.00	6,650.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	1	350.00	350.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	1	150.00	150.00
AYUDANTE	HOMBRES	3	75.00	225.00
			Q	-
TOTAL MANO DE OBRA				Q 7,375.00
INTEGRACIÓN DE COSTOS				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 3,694.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 7,375.00
TRANSPORTE				Q 563.45
GASTOS INDIRECTOS				Q 2,213.80
PRECIO UNITARIO				Q 988.30
PRECIO TOTAL				Q 13,836.25
6.4	INSTALACION DE TECHO			
	CANTIDAD	18	M 2	
MATERIAL Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
LAMINA DE ZINC de 10' LEGITIMA Cal.28	UNIDAD	10	110.00	1,100.00
CABALLETE	Unidad	3	80.00	240.00
TAPONES PARA CABALLETE	Unidad	2	45.00	90.00
TORNILLOS POLSEN 1"	UNIDAD	80	0.60	48.00
COSTANERAS 2" X 4" X 1/16" ( 6 MTS )	UNIDAD	6	160.00	960.00
COSTANERAS 2" X 3" X 1/16" ( 6 MTS )	UNIDAD	3	140.00	420.00
PINTURA	CUBETAS	1	850.00	850.00
THINER	Galón	1	90.00	90.00
CANALES ALUMINISADOS CAL 26	UNIDAD	3	180.00	540.00
TUBERIA PVC Ø 3" 100 psi	TUBO	2	245.00	490.00
CODO PVC 3"	UNIDAD	3	30.00	90.00
PEGAMENTO TANGIT	Galón	0.5	600.00	300.00
			Q	-
TOTAL MATERIAL Y EQUIPO				Q 5,218.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
COLOCACION DE LAMINA GALVANIZADA	M 2	18	55.00	990.00
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	1	350.00	350.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	1	150.00	150.00
AYUDANTE	HOMBRES	3	75.00	225.00
			Q	-
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1,715.00
INTEGRACIÓN DE COSTOS				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 5,218.00
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 1,715.00
TRANSPORTE				Q 346.65
GASTOS INDIRECTOS				Q 1,386.60
PRECIO UNITARIO				Q 481.46
PRECIO TOTAL				Q 8,666.25
6.5	BANQUETA DEL AREA DE PTAR			
	CANTIDAD	58.59	M 2	
MATERIAL Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CEMENTO GRIS 4000 psi UGC	Saco	58	78.00	4,524.00
ARENA DE RIO	M 3	4.5	125.00	562.50
PIEDRIN 3/4"	M 3	4	200.00	800.00
			Q	-
			Q	-
TOTAL MATERIAL Y EQUIPO				Q 5,886.50
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
FUNDICIÓN DE BANQUETA	M 2	58.59	40.00	2,343.60
ING. SUPERVISOR RESIDENTE	DIA	2	350.00	700.00
MAESTRO DE OBRA	DIA	2	150.00	300.00
AYUDANTE	HOMBRES	3	150.00	450.00
			Q	-
TOTAL MANO DE OBRA				Q 3,793.60
INTEGRACIÓN DE COSTOS				
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO				Q 5,886.50
COSTO DE MANO DE OBRA				Q 3,793.60
TRANSPORTE				Q 484.01
GASTOS INDIRECTOS				Q 1,936.02
PRECIO UNITARIO				Q 206.52
PRECIO TOTAL				Q 12,100.13





## Planos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

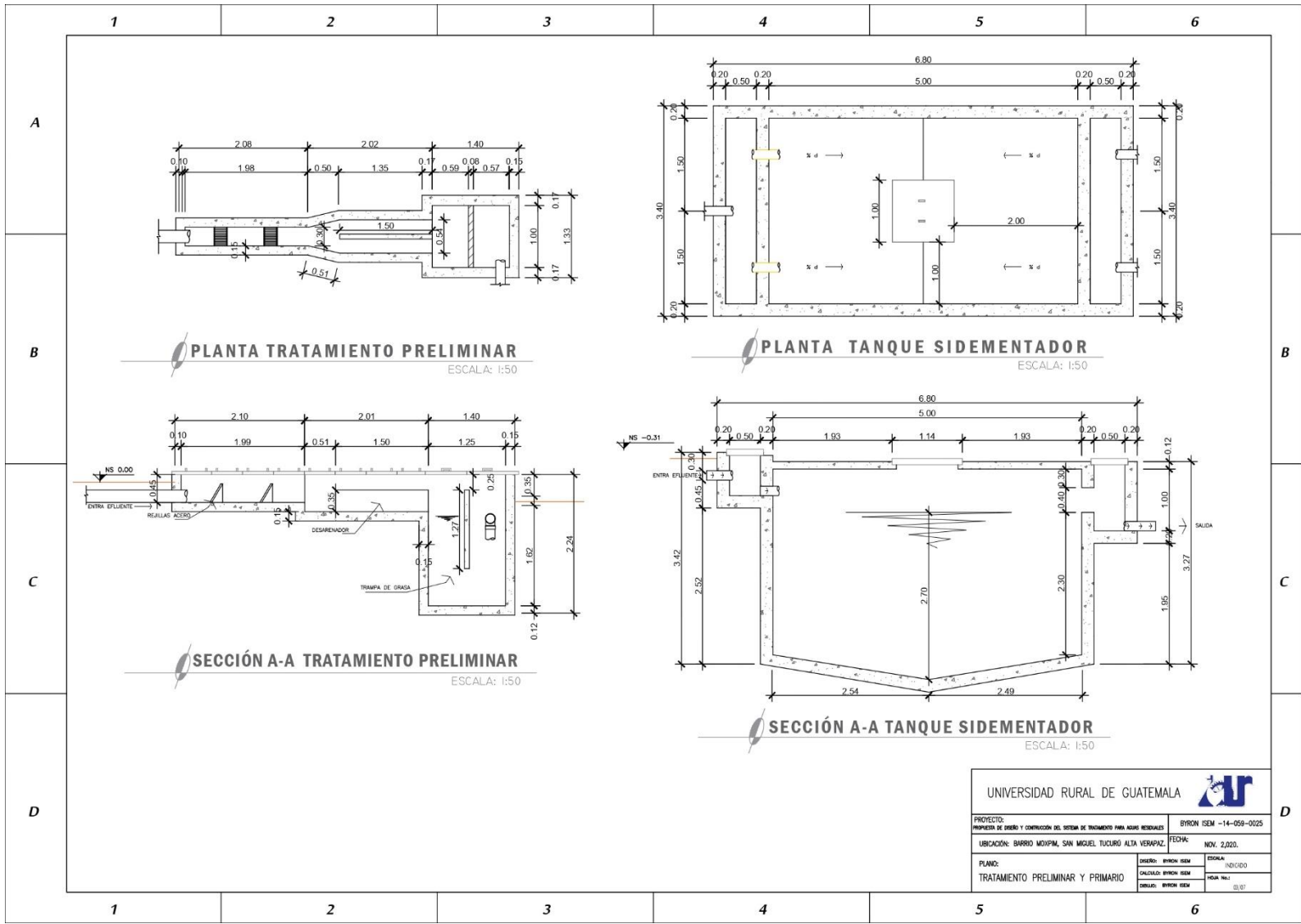


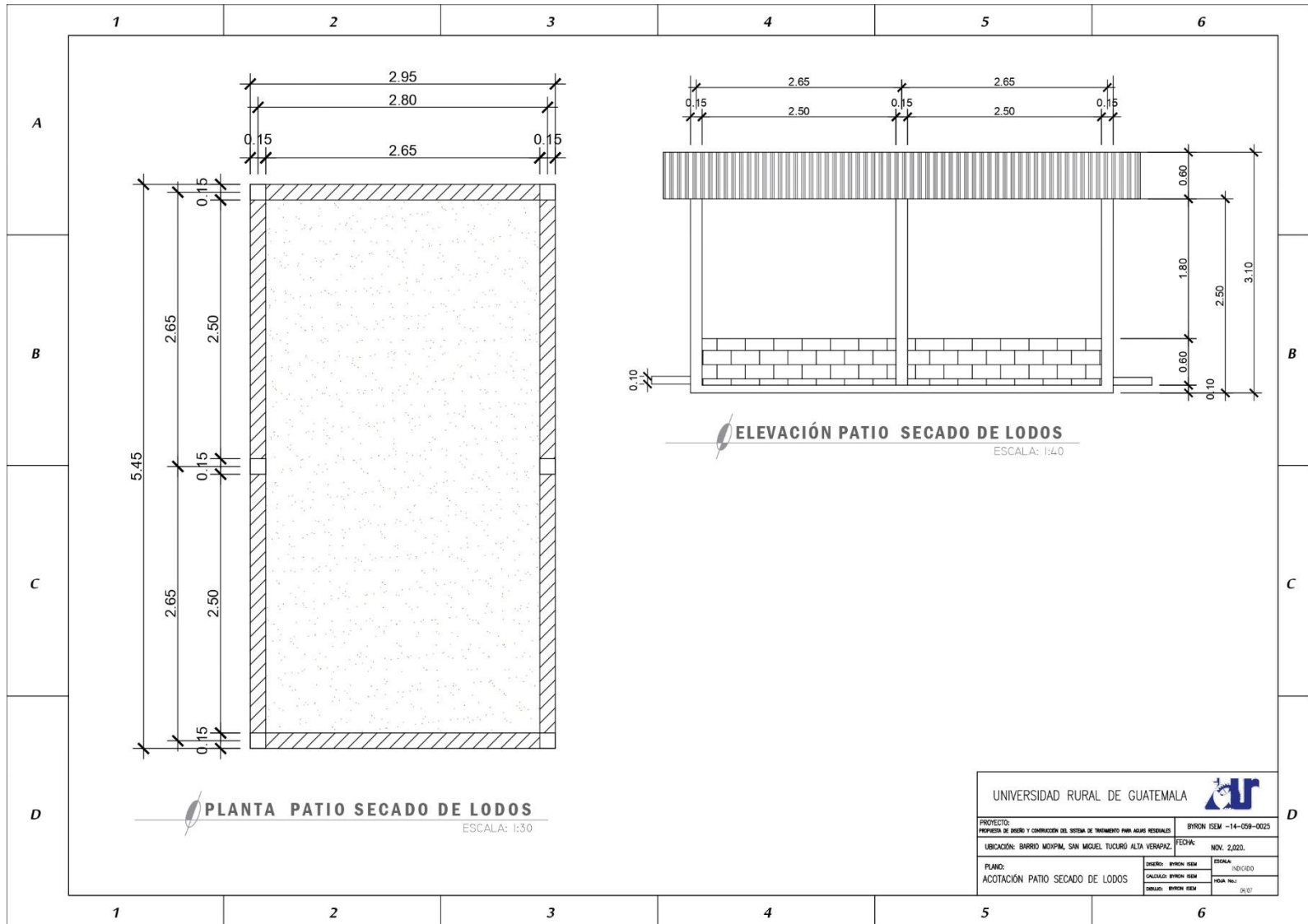


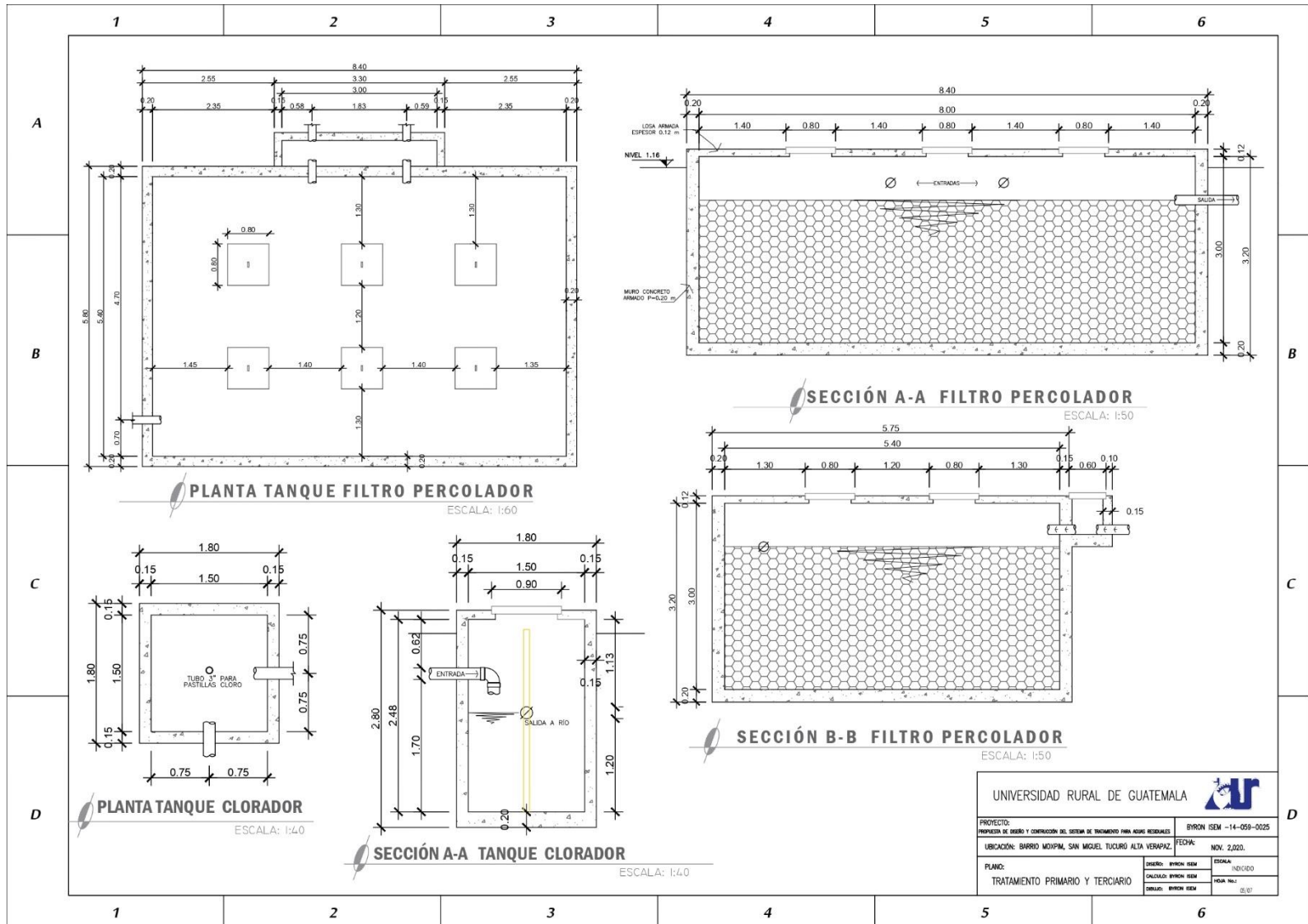
- 1. TRATAMIENTO PRELIMINAR
  - 1.1. CANAL DE ENTRADA
  - 1.2. REJILLAS
  - 1.3. DESARENADOR
  - 1.4. TRAMPA DE GRASA
- 2. TRATAMIENTO PRIMARIO
  - 2.1. INGRESO SEDIMENTADOR
  - 2.2. SEDIMENTADOR
  - 2.3. SALIDA SEDIMENTADOR
  - 2.4. PATIO DE SECADO
- 3. TRATAMIENTO SECUNDARIO
  - 3.1. INGRESO A FILTRO PERCOLADOR
  - 3.2. FILTRO PERCOLADOR
- 4. TRATAMIENTO TERCIARIO
  - 4.1. TANQUE DE CLORACIÓN

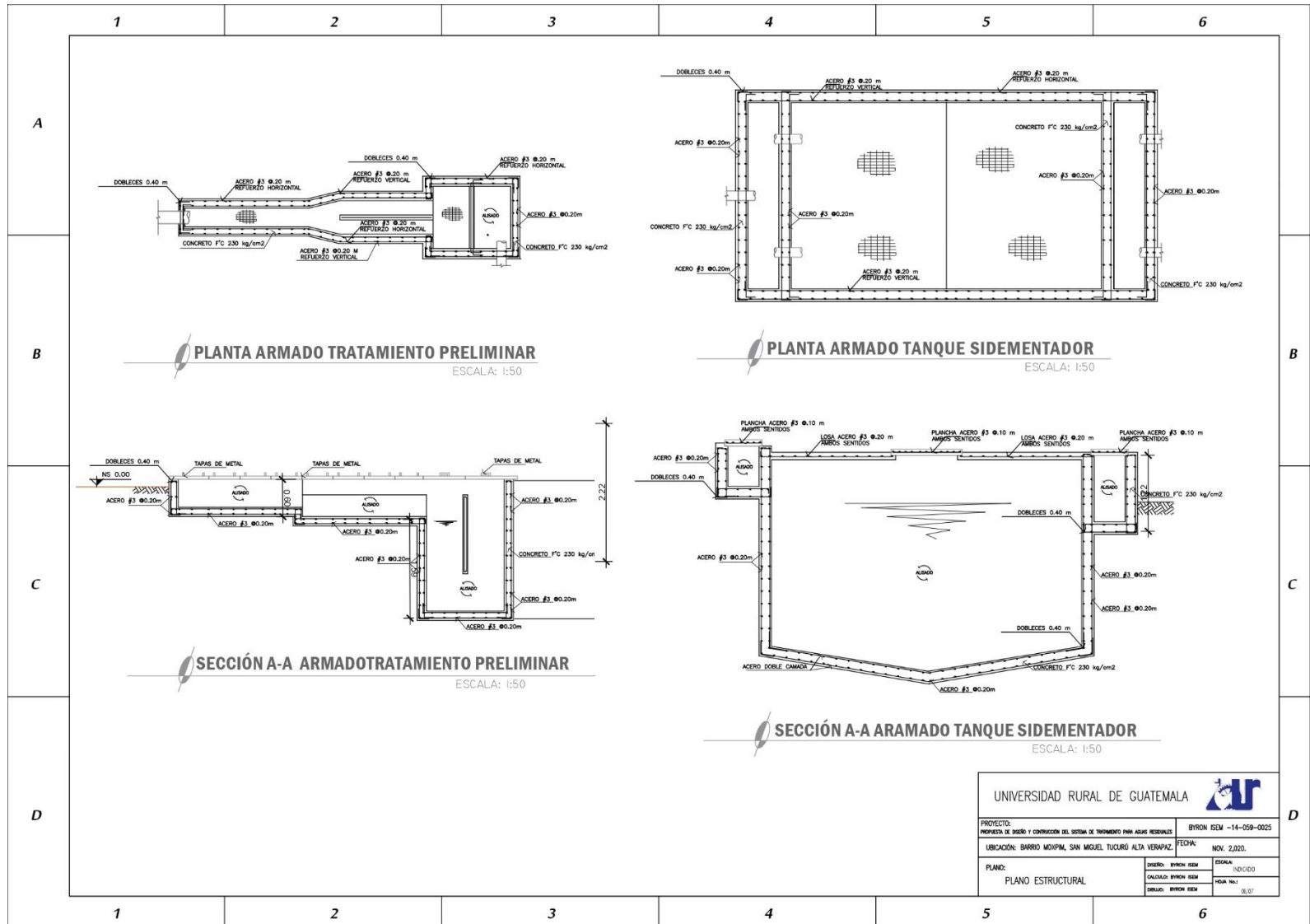
- BANQUETA DE CONCRETO
- ÁREA VERDE

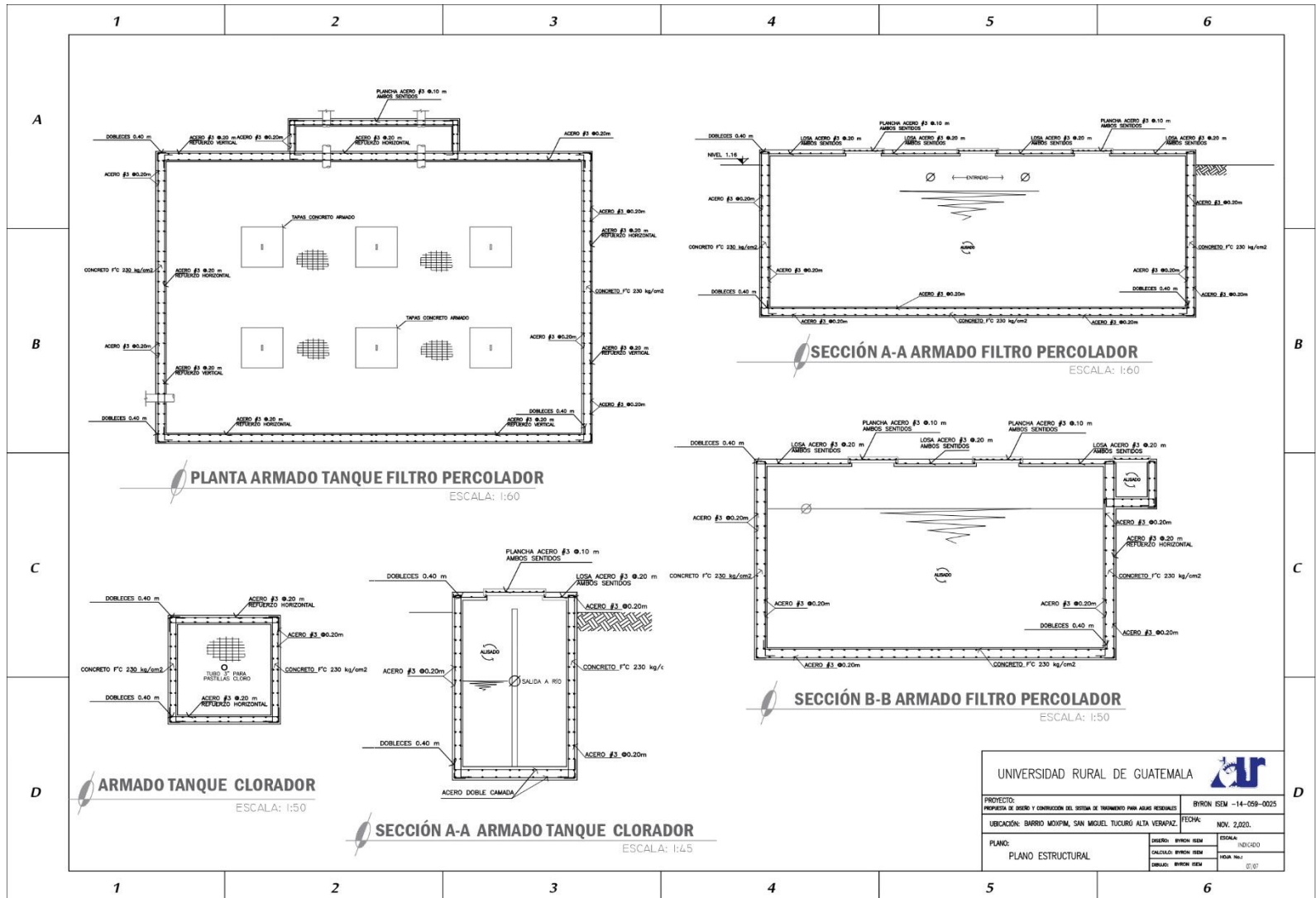
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA	
PROYECTO: PROYECTO DE DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES	BYRON ISEM -14-059-0025
UBICACIÓN: SERRIO MOYFAN, SAN MIGUEL TUCURÚ ALTA VERAPAZ.	FECHA: NOV. 2000.
PLANO: PLANTA UBICACIÓN DEL PROYECTO	ESCALA: 1/100 HOJA NÚM: 02/07
DISEÑO: BYRON ISEM	CALCULO: BYRON ISEM
DEBILLO: BYRON ISEM	











UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA		
PROYECTO: PROYECTO DE BARRIO Y CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES	BYRON ISEM -14-059-0025	
UBICACION: BARRIO MOPIMPA, SAN MIGUEL TUCCURO ALTA VERAPAZ	FECHA: NOV. 2020.	
PLANO: PLANO ESTRUCTURAL	DISEÑO: BYRON ISEM	ESCALA: INDICADO
	CALCULO: BYRON ISEM	HOJA No.:
	REVISOR: BYRON ISEM	01/01